岡　山　大　学
農学部学術報告

第16号

SCIENTIFIC REPORTS
OF THE
FACULTY OF AGRICULTURE
OKAYAMA UNIVERSITY

No. 16

昭和35年9月
SEPTEMBER 1960

岡山大学農学部発行

PUBLISHED BY THE FACULTY OF AGRICULTURE
OKAYAMA UNIVERSITY, OKAYAMA, JAPAN

目　　次

Contents

薄荷種子の貯蔵に関する研究

池田長守　宇渡清六
最相市蔵　南方定夫

Studies on the Storage of Mint Seed.

Nagamori Ikeda, Seiroku Udo,
Ichizo Saishô and Sadao Minakata

The germination capacity of mint seeds is practically lost, usually in less than one year, if they are stored under the air-dry condition at the room-temperature. This difficulty prevents the progress of laboratory works. So the authors carried out some experiments with the seeds of Japanese mint, in order to preserve their germination capacities longer.

Storage of mint seeds in the air containing a high percentage of CO_2 was not profitable, for keeping the germination capacity. Rather it was considered even harmful to store the seeds in such air over a long period. Storage under low temperature was effective to keep the germination capacity for one year; but after that, the capacity was suddenly lost under that condition. Storage with a desiccating agent was most effective. Effect of storage under low temperature with a desiccating agent was more effective for keeping the germination capacity of mint seeds than the sum of the effect of storage under low temperature and that of storage with a desiccating agent. The authors could conserve well the germination capacity of mint seeds with this method of storage for two years and a half, that is, till the spring of the third year after the harvest of seeds.

Even for the purpose of storing seeds until next spring, it is preferable to seal up the air-dried seeds in a container with a desiccating agent and store them under low temperature, if it is not desirous to force after-ripening and to shorten the dormant period by storing under moist low temperature. The poor germination due to insufficient after-ripening can be improved by treating the seeds with the daily alternations of temperature on germinator.

緒　　言

ハッカの育種を進める上に，種子繁殖を行う必要から，筆者等は，ハッカ種子の発芽生理を研究している．筆者等の1人は，さきに，新たに採種したハッカ種子の発芽不良は，胚の未後熟による休眠に原因することを見出し，休眠を破つて，発芽を促進する方法を追求した[3]．一方また，雑種々子や，倍数体種子等の育種材料を，採種後，長く保存するを要することがあるが，ハッカ種子は，通常の室内貯蔵では，採種後1カ年で，実用的には，発芽能力を失う．よつて，この欠陥を補い，発芽力を長く保存して，貴重な種子を有効に利用するために，種子の寿命延長に関する要因を追求する必要があつた．元来，種子の寿命は，種子内におこる代謝作用が抑制せられ，したがつて，原形質の凝固，呼吸作用によるエネルギー源の消費，諸酵素の消失などが阻止せられる環境において，良好に保たれると言われている．そして，この環境条件を満たして，種子の

発芽力を長く保存するために，低温，乾燥のもとに種子を貯蔵する必要のあることが，いろいろの実験から証明せられている（近藤，1933）．また，Kidd and West（1930）は，果実の貯蔵に，炭酸ガス貯蔵を勧めており，その効果は，呼吸作用の制限に帰せられると，述べている．よつて，筆者は，「低温」「乾燥」のほかに，「炭酸ガス濃度の高い空気中の貯蔵」を加え，この3要因をいろいろと組合せた諸条件のもとで，ハッカ種子を密封貯蔵して，発芽力保存状況を調べた．

I. 実験材料および方法

1956年10月に採種した日本ハッカ種子を，採種後直ちに，第1表に示す3要因（温度，湿度，酸素の有無）の8つの組合せと，室内常温とで貯蔵し，貯蔵後，やく半年，1年，1年半，2年半を経た，1957年4月，同年10月，1958年4月および1959年2月に発芽試験を行つた．乾燥剤としては，塩化カルシウムを用い，炭酸ガス濃度の高い空気（CO_2 と略記する）は，キップの装置によつて得た．また，高温貯蔵は，30°C の恒温器の中で，低温貯蔵は，0〜5°C の冷蔵庫の中で，それぞれ貯蔵した．発芽試験は，径 9 cm のシャーレに，やく 25 gr の洗浄砂を入れ，吸水紙を敷き，やく 12 cc の蒸留水を加え，発芽床とした．1区50粒，4回反復．15°C・16時間，30°C・8時間を周期とする変温下で発芽せしめ，16日で発芽数の調査を打切つた．

Table 1. Effects of Environmental Factors during the Storage on the Germination Capacity of Mint Seeds as expressed by Germination Percentage.

Method of storage \ Time of germination test (Period of storage in month)			April '57 (6)	Oct. '57 (12)	April '58 (18)	Feb. '59 (28)
in 30°C,	without desiccating agent	in the air	32.0	23.0*	0	1.5
〃	〃	in CO_2	40.0	30.5*	5.0	2.0
〃	with desiccating agent	in the air	48.0*	45.5**	34.0*	52.0*
〃	〃	in CO_2	44.5*	47.5**	39.0*	36.0*
in 0°〜5°C	without desiccating agent	in the air	55.5*	44.5**	9.0	2.0
〃	〃	in CO_2	43.5*	45.5**	0.5	0.5
〃	with desiccating agent	in the air	50.5*	55.5***	57.5**	71.5**
〃	〃	in CO_2	58.5*	55.5***	51.5**	57.0**
in room temperature and moisture			41.0	0	7.5	4.0

Note: On the germination tests, daily alternations of temperature were applied. The analysis of variance of the data shows that the difference in germination percentage among the different storage methods is signifioant at 1% level in each of four germination tests. So, the storage methods were divided into groups and these were shown by the number of asterisks. It was proved that the difference in germination percentage was significant at 1% level among the groups with ***, **, * or non asterisk.

II. 実験結果

4回の発芽試験の結果をとりまとめて示したのが第1表である．本表によると，貯蔵後6カ月，1957年4月の発芽試験においては，まず，乾燥剤を入れずに密封し，30°C で貯蔵した種子と，常

温で室内貯蔵した種子との発芽歩合が，他の条件で貯蔵した種子の発芽歩合に比べて低下した．貯蔵1年の，同年秋季には，室内常温貯蔵種子は，発芽歩合が著しく低下して，実用価値を失い（全く発芽力を失つたのでないことは，その後2回の実験に，なお，発芽する種子のあることによつてわかる），乾燥剤なしで密封し，30°C で貯蔵した種子は，なお，可なり発芽力を保つが，乾燥剤を入れるか，あるいは，0°C で冷蔵すると，発芽力は，いつそう高く保たれた．また，乾燥剤と冷蔵との併用は，さらに，発芽力の温存に効果があつた．貯蔵1年半，1958年春季には，乾燥剤なしで密封し，30°Cで貯蔵した種子のほかに，0°Cで貯蔵した種子も，発芽歩合が急激に低下し，室内常温貯蔵種子と共に，実用価値を失つた．乾燥剤と共に密封した種子は，本期においても，なお，良好な発芽を示したが，低温で貯蔵した場合と高温で貯蔵した場合との発芽力の差は，前回よりもいつそう顕著となつた．貯蔵2カ年半，1959年春季には，各貯蔵区とも，1年前の種子と，発芽力に，ほとんど，差を見なかつたが，ただ，乾燥剤と共に貯蔵した場合，高温区においても，また，冷蔵区においても，CO_2 の害が若干（5％有意）見られるに至つた．

つぎに，CO_2，乾燥剤および低温貯蔵の，ハッカ種子の発芽に対する主効果および交互作用を計算＊して示すと，第2表のごとくである．本表によれば，CO_2 中の密封貯蔵は，単なる密封貯

Tbale 2.　Main Effects of the Factors during the Storage and their Interactions for the Germination of Mint Seed.

Factor during Storoge ＼ Time of germination test	April '57	Oct. '57	April '58	Feb. '59
Carbon dioxide (C)	0.1	2.6	−1.1	−7.9*
Desicc. agent (D)	7.6*	15.1**	41.9**	52.6**
Low temp. (L)	10.9**	13.6**	10.1**	9.9**
Interactions C×D	2.1	−1.6	0.6	−7.4*
〃 C×L	−2.1	−2.1	−6.1**	−0.1
〃 D×L	−2.6	−4.6	7.9**	10.4**
〃 C×D×L	7.9*	1.1	0.6	0.9

Note: *; Significant at 5％ level.　**; Significant at 1％ level.

蔵に比べて，最初のうちは，発芽力を保存する効果も，あるいは，これを阻害する効果も認められなかつたが．貯蔵2年半に及ぶと，阻害効果が現われてきた．乾燥剤と共に密封する貯蔵法の，発芽力保存効果はいちじるしく，しかも，7.6％→15.1％→41.9％→52.6％と，実験の範囲内では，日時の経過に従つて，乾燥剤を伴なわない密封貯蔵種子との発芽歩合の差が大きくなつた．低温貯蔵は，高温貯蔵に比べて，どの発芽試験においても，発芽歩合が平均やく10％高く，低温貯蔵の発芽力保存効果は，明らかである＊＊．1958年4月および，1959年2月の発芽試験（第1表を見よ）において，乾燥剤を伴なわない場合，低温貯蔵は，高温貯蔵と，発芽歩合に大差ないが，乾燥剤を伴なう場合は，低温貯蔵によつて，発芽歩合が著しく増加している．この事実は，第2表に，低温処理と乾燥処理との交互作用の有意性となつて現われている．これは，乾燥剤と共に低温貯蔵する効果は，乾燥剤の効果と，低温の効果との和より，いつそう高い貯蔵効果を示すこ

＊ 計算は，スネデカー統計的研究法下，P 418 の表 15—14，「イェーツの考案した効果の計算法」によった．

＊＊ 第3回，第4回の試験で，単なる低温貯蔵の効果はなかったが，乾燥剤を伴なうと，いちじるしい効果があった．低温の主効果は，その平均である．

とを意味している．また，低温貯蔵とCO_2貯蔵との交互作用は，4回の実験中，ただ1回だけしか有意でないが，どの実験においても負の価を示した．これは，CO_2貯蔵は，低温下においては，空気中の貯蔵より，発芽力保存に，やや不利な傾向のあることを示すものと解される．なお，1959年2月の発芽試験において，乾燥剤とCO_2との交互作用が有意となつているが，これは，乾燥剤を伴なわない場合の発芽歩合が，非常に低く，そのために，CO_2貯蔵の発芽阻害による発芽歩合の減少が，CO_2を伴なう場合のように，じゆうぶん，数字の上に現われ得なかつたためと考えられる．

Ⅲ．考　察

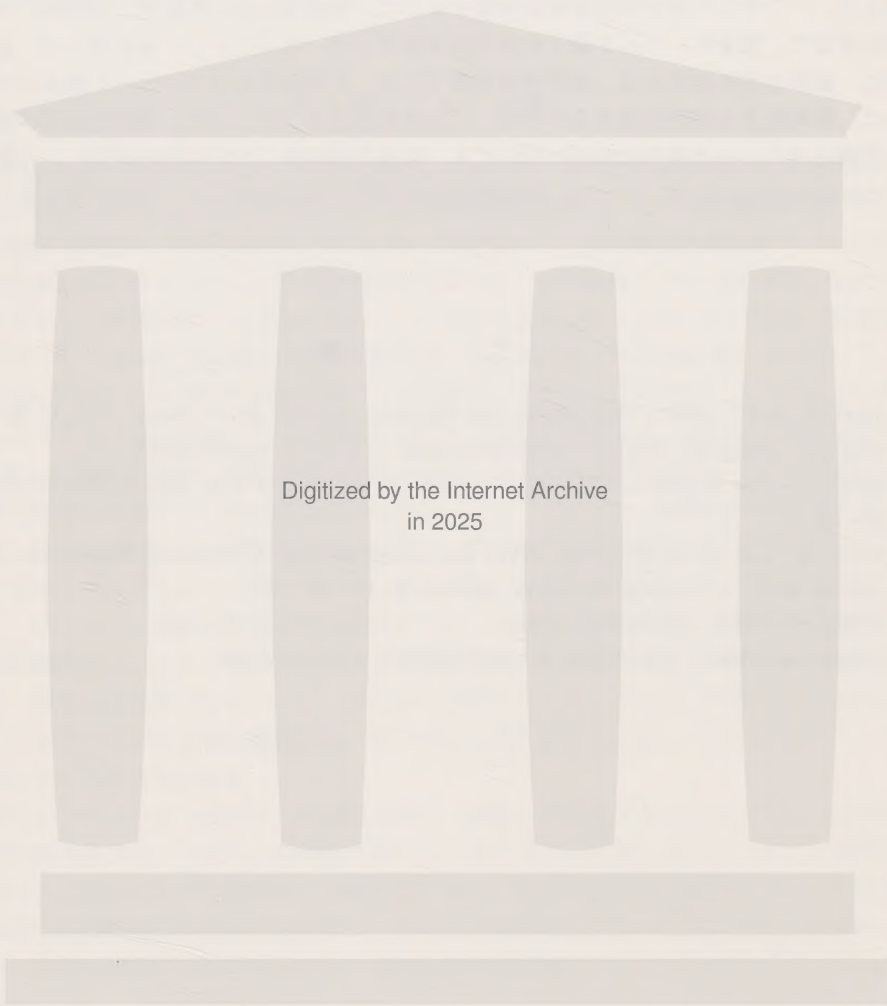
種子の発芽力は，低温と乾燥と，呼吸の制限とによつて，もつとも長く保たれると言われている．これらの貯蔵条件は，種子の内部におこる代謝作用を制限し，その生活機能を抑えて，採種当時の，新鮮な状態に，種子を保つからである．筆者等は，この3要因を組合せて，ハッカ種子を，2カ年半密封貯蔵し，その発芽力保存状況を調べた．その結果，3つの要因は，それぞれ，効果の大きさと，効果を現わす方法とを異にすることが明らかとなつた．すなわち，乾燥は，単独に，かつ，もつとも強力に働き，実験の範囲内では，貯蔵後，年月の経過にしたがつて，乾燥を伴なわない貯蔵と，発芽歩合の差が開いた．低温は，試験の前半においては，明らかに効果的であつたが，後半には，単独では，貯蔵能力を失い，乾燥と協存して，始めて，発芽力保存効果を現わした．単なる冷蔵の，案外効果のないことは，Barton（1953）も認め，5°C程度の低温，過湿状態で貯蔵した種子は，室温で貯蔵した種子よりも，かえつて，成績の悪い場合があると言い，また，中村（1958）は，除湿設備をもたない，0°C程度の低温倉庫での安全貯蔵年限は，1年程度と考えるべきであると，述べている．すなわち，長期貯蔵においては，乾燥条件の満たされた後に，はじめて，低温の貯蔵効果が現われることを示すものである．炭酸ガス濃度の高い空気中での貯蔵効果は，ハッカ種子の場合，全く認められず，貯蔵2カ年半，最終の発芽試験では，かえつて，発芽歩合を低下させている．これは，密封によつて，すでに，呼吸作用は制限せられており，2カ年半にわたる無酸素状態は，種子内の生活細胞を窒息せしめて，かえつて，有害の効果を現わすためと考えられる．

本実験によつて，ハッカ種子は，乾燥剤と共に，密封して冷蔵することによつて，採種後2カ年半，3年目の春まで，完全に，発芽力を保存しうることが明らかとなつた．また，採種後最初の播種期である翌春までの貯蔵でも，既報[3]のごとく，低温湿潤積層貯蔵を行つて，後熟を促進し，休眠期間の短縮をはかるのでなければ，むしろ，乾燥剤と共に，低温，密封貯蔵することが好ましい．後熟の不足による発芽不良は，発芽の際の変温処理によつて打破することが出来るからである．

Ⅳ. 摘　　　要

ハッカ種子の発芽力保存のために，炭酸ガス濃度の高い空気中で種子を貯蔵することは，有効とは認めがたく，長期貯蔵では，かえつて有害と認められた．低温貯蔵は，採種後1年間は，発芽力保存に有効であつたが，その後，急激に，効力を失つた．乾燥剤と共に貯蔵することは，もつとも有効であつた．さらに，乾燥剤と共に，ハッカ種子を低温貯蔵すると，両処理の単独効果の和より，いつそう大きい発芽力保存効果を示した．筆者等はこの方法で，採種後2カ年半，3年目の春まで，完全に，ハッカ種子の発芽力を保存した．もつとも，ハッカ種子は，室内常温貯蔵では，採種の翌年の秋には，発芽歩合が低下して，実用価値を失うが，その頃までの発芽力保存には，風乾種子を密封貯蔵するだけで，可なり効果があつた．また，採種後最初の播種期である，翌春までのハッカ種子の貯蔵においても，低温湿潤積層して，後熟を促進し，休眠期間の短縮をはかるのでなければ，むしろ，風乾種子を乾燥剤と共に密封して，低温貯蔵することが好ましい．

文　　　献

1) Barton, L. V. (1953): Seed storage and Viability. Contrib. Boyce Thomp. Inst. 17 (2): 87～103
2) 畑村又好・津村善郎・奥野忠一・田中祐輔訳 (1952): スネデカー統計的研究法.
3) 池田長守・中村 勝 (1956): 薄荷種子の発芽促進に関する研究，第1報．岡山大学農学部学術報告．9: 39～45.
4) Kidd, F. and West, C. (1930): The gas storage of fruit Ⅱ. Optimum temperature and atmospheres. Jour. of Pomology and Hort. Science. 8 (1): 67～77.
5) 近藤万太郎 (1933): 農林種子学，前編.
6) 中村俊一郎 (1958): そ菜種子の貯蔵，園芸学会雑誌．27 (1): 32～44.

西南暖地冷水田における水稲の冷害に関する研究

第1報　冷水灌漑田に於ける水稲期間の水温並に用水収支について

志　茂　山　貞　二

Studies on the Cold Injuries of Rice Plant which are under a Cool Water Irrigation in the West-southern Regions of Japan.

I.　Water Economy and Water Temperature in Paddy Fields during the Growing Period of Rice Plant.

Teiji Shimoyama

In the paddy fields of two regions in Kawakami-mura, Maniwa-gun, Okayama prefecture in Japan, water economy and water temperature in paddy field during the period of rice growing were examined, and the results obtained was as follows:

1) Meteorological and crop-ecological conditions of examined fields were considerably resemble to other cool water irrigating fields in Okayama prefecture, and these conditions are same with those cold injurious fields in the west-southern regions of Japan.

2) The average temperature of water irrigated to those fields during the growing period was varied 14°C degrees to 18°C degrees, and the maximum temperature was below 22°C degrees. The difference between air and water temperature was remarcable.

3) The method of water irrigation in these regions is so-called "Oshimizu system", in this system, the paddy field is irrigated so that its water level is kept same by a small groove along main irrigating ditch.

4) Relation between the rising of water temperature in irrigation groove and the amount of water poured in the groove is represented by $T=aW^b$, so the water temperature rised acceleratingly following the decrease in water supplied.

5) Total amount of water including irrigation and effective precipitation were $3.4\sim5.3\times10^3$ mm in two regions, and 85～94% of them percolated into the soil, while, the water used for the growth of rice plant were $2.9\sim5.0\times10^2$ mm.

6) Daily amounts of water which percolated into the soil were different according to the physical condition of the soils, it was confirmed that 40～50 mm/ day of them percolated through the bottom of paddy field, and the remains leaked out through the ridge of field.

7) In generally, these surplus percolations will reduced the temperature of water and soil of the field, and that brought away with a considerable amounts of available nutrients from the field and resulted in poor growth of rice plant.

緒　　　　　言

水稲の生育期間に於ける冷温がその生理機構を異常ならしめ，生育収量に悪影響を及ぼす所謂冷害現象については既に多数の試験研究が行われ，その報告[1~15]も決して少しとはしない．就

中，東北，北海道地方における冷害現象に対しては既に応用研究の域に達し，品種，栽培法等と関聯して殆んど究明され尽された感がある．その反面，全国的に広く分布している冷水田の冷害機構に関しての研究は必ずしも多くなく，僅かに榎本[2]，田中[10-11]，木戸[4]その他若干の報告があるのみである．謂うまでもなく，我国における水稲の冷害現象は冷気温によるものが大部分を占めているが，冷水温による被害は西南暖地帯にまで分布し，山間高冷地域の棚田はじめ冷河川水域の水田又は湧水田など，主として低水温に由来する各種各様の寡収田が全国およそ 11.7 万町歩（4.1%）存在することは[3]今後我国の水田構造を論ずる場合の一焦点であることは疑いない．況んや，これら水田の多くは殆んど冷害常発田であつて年による豊凶差の比較的少い低位生産地に属し，総じてこれが一毛作田であることも我国に於ける水田経営の零細的性格を最も端的に表わしているから，この方面の問題も亦研究の対象となり得るものと思われる．従来，これら冷水田の被害解析に当つては制限要因としての水温が主として採り上げられる傾向が多かつたが[2-13.16]．水田内の水温分布やその場合の昇温効果を明らかにし更に水稲被害の内容的性格を明らかにするためには単に質的な水温のみでなく，これを量的に追求して質量相互の相乗的観点から分析する必要のあることは謂うまでもない[9]．

本研究は以上の観点に立つて岡山県北地帯の一水田を例として暖地冷水田の実態を調査したもので，水温，水量の差異に基く水稲被害の内容を明らかにし，この場合の用水収支の総括的検討を行つた．尚，本調査は 1953～1954 両年度の調査結果でその実施に当つては日本農業気象学会から研究費の助成を受け，又農電研究所からも多大の便宜が与えられ，農林省農業技術研究所三原義秋，大沼一己の両氏並に現地に於ては石賀元恭，池上寛の両氏の援助を得，更に本学笹井一男氏の助力に依るところも大きい．玆に記して謝意を表する．

I．調査田の位置及環境条件

(1) 土地条件から見た環境

調査の対象とした冷水田は岡山県真庭郡川上村字苗代及湯船の二水田でいづれも岡山県北地帯の典型的な高冷地水田群の一つで，顕著な内陸的気候に支配され水源の多くは渓流である．調査地点は北面に朝鍋鷲ケ山（1081 m）三平山（1009 m）皆ケ山（1159 m）上蒜山（1199 m）中蒜山（1122 m）下蒜山（1101 m）など 1000 m 内外の連山からなる中国背梁山脈があり，又その南面におよそ 1000 m 内外の満壮年山地があつて，その間に蒜山盆地（東経 133°35′ 北緯 30°15′～20′．標高 400～500 m）が拓け，これを中心とした山麓の緩傾斜地に稍々肥沃な沖積土の棚田群を形成している．その地質は全般的に第三紀火山岩に属する安山岩質又は火山岩屑よりなり，中央を貫流する旭川沿川地帯には多量の黒ボクが含まれる．土壌酸度は $Y_1 = 1 \sim 3$ で微酸性を呈し，土性は概ね壌土若くは埴質壌土で耕土には多量の腐植を含んでいる．

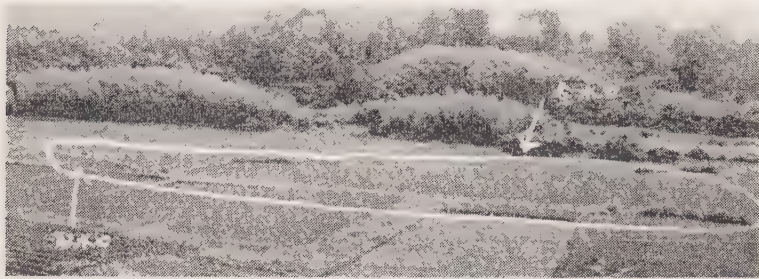
	層位 (cm)	土性
苗代試験田	0～ 42	黒褐色壌土　腐植に富む
	42～ 63	黄褐色埴質壌土　腐植に乏し
	63以下	黄灰白色花崗岩風化層
湯船試験田	0～ 65	黒褐色埴質壌土　腐植に富む
	65～118	褐色火山灰層　腐植に乏し
	118～152	黄褐色壌土　礫を含む

本地域水田の水源は主として中国山脈より流出する旭川水系に属する渓流であるが，これが合流して高松川，宮城川，三谷川，井川，玉田川，湯船川，明蓮川等の支流となり，旭川を形成している．この内，調査田の水源は明蓮川及湯船川で水量は豊富であるが水温は盛夏の候でも 20°C 以下，平

均 17～18°C で低い.

(2) 気象条件から見た環境

調査の対象とした水田群の標高は 400～500 m であるが，その一部は更に 700～800 m 付近にも及んでおり，これらは主として丘陵地又はその間に拓いた狭隘な溪間棚田である．従つて稲作期間の天候も概ね高原気候の性格を具え，夏期日中の高温に引き較べて夜間は低温のために日較差が大きく年雨量も亦多い．第1表は調査地付近の気候でこれから算出した．気候指数は第2表の如くである．

試　験　田　全　景

2. [illegible]（B地区）

第1表　調査地付近の気象表（真庭郡八束村上長田　昭23～32年平均）

気象要因	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	全年
最高気温(C°)	4.87	5.17	8.80	16.17	20.90	23.63	27.50	29.07	24.03	18.40	12.93	7.63	16.59
最低気温(C°)	(−)3.33	(−)3.57	(−)1.03	3.33	8.27	13.63	19.07	19.13	14.90	7.70	2.30	(−)1.13	6.61
較　差(C°)	8.20	8.74	9.83	12.74	12.63	10.00	8.43	9.94	9.13	10.70	10.63	8.76	9.98
平均気温(C°)	0.80	0.83	3.90	9.77	14.63	15.33	23.30	24.13	19.50	13.07	7.60	3.33	11.35
降水量(mm)	164.2	174.9	161.9	115.0	134.1	227.8	259.6	175.2	227.4	156.5	150.5	132.9	2080.0
降水日数(日)	4	3	0	11	13	15	14	21	17	15	13	8	134
降雪日数(日)	19.6	18.2	11.9	1.5	—	—	—	—	—	0.2	2.9	13.9	68.2
積雪日数(日)	27.0	26.0	18.1	0.5	—	—	—	—	—	—	0.5	13.4	85.7
降霜日数(日)	0.4	—	3.0	6.6	2.8	—	—	—	—	3.2	7.2	3.8	27.0
晴天日数(日)	7	7	19	17	18	15	17	10	13	16	14	9	162

即ち，第1，第2表によれば，本地域の温量指数は略々東北地方のそれと同等で夏期冷涼なことを示すが，寒冷指数ににおいてはこれより高く，冬期は左程寒冷でない．又稲作期間の7－8月の日中気温はかなり高く，その最高は7月下旬から8月上旬に現われ，その平均は29.7°Cで，稲の生育に好条件であるが，夜間の気温降下は日較差を大ならしめ（4～5月12.7°C，6月10.0°C，7月～9月 9.2°C）冷涼となるため所謂夏日期間に当るものがない．又年最高(16.6°C)，年最低(6.6°C)並に年平均気温(11.5°C)に於ては長野県のそれとよく一致し，又東北地方の一部（秋田，宮城）とも大差のないことからして稲作期間が短く，本地域に於ける稲作が一般の寒冷地のそれと略々同様な基準に従つて行われ早植栽培を主とする山緣である．この結果，本地域に普及する品種も東北地方の品種が多く，早きは7月下旬晩くとも8月10日頃までに出穂し，その収量に密接な関係のあるのは植付後出穂期までの気温（17.7°C）と登熟後期の気温（9～10月平均16.3°C）で出穂後登熟初期の気温（平均24°C 前後）は余り関係がない．殊に早春から初夏にかけては未だ水温が低く，苗の発育を妨げることが大きいが，気温較差に伴う晩霜頻度も高く寒凍害の危険がある．当地方全般に保温苗代の多いのはそのためである．（播種期3月下旬乃至4月上旬，植付期5月中下旬）年雨量はおよそ 2000 mm 内外あつて梅雨期（243 mm）及二百十日前後（227 mm）を除けば年間分布に著しい偏りはない（150 mm 前後）が稲作期間（5～10月）の雨量（56.8％）はその過半を占め而も地形的に驟雨が多いことは有効雨量として役立つことの少いものと思われる．従つて乾燥指数（19.3）はかなり大きいが年間絶えず冷温多雨ではなく夏期は比較的好天連続し，水稲の生育に充分な気象条件であることは間違いない．一方，本地域に於ける冬期間の天候は左程低温ではないが，天気は全般的に不良で連日降雨降雪があり晴曇合計日数も月間6～9日に過ぎない状態で裏作物の作付に適当な環境ではない．水田の大部分が一毛作田であるのは必ずしもこのような悪天候によるものではなく，第3表の如く湿田の多いことが主因と見られ，これは又水稲の早植が全般的に行われるようになつた理由とも考えられる．

第2表　調査地付近の主要気候指数
（昭23～32年平均）

温量指数	(T)＝87.3°C
寒冷指数	(Tc)＝(－)11.14°C
乾燥指数	(K)＝19.3
夏日期間	(tm>25°C)＝0.0日
冬日期間	(tm<5°C)＝104.2日
無霜期間	168日（始11月 8日，終4月16日）
降雪期間	160日（始12月15日，終3月18日）
根雪期間	138日（始12月 9日，終3月21日）

第3表　岡山県下の乾湿田別面積率

	乾田	半湿田	湿田	平均反収
岡山県	66.7％	18.4％	14.9％	2.22石
真庭郡	32.4	31.9	35.7	1.76
川上村	4.4	73.9	21.7	1.72

(3)　岡山県下の冷水田分布と調査田の関係

西南暖地帯に於ける所謂冷害田は東北，北海道等のそれとは異ることは既述の如く，湧水若くは冷水灌漑によつて生育遅延を来たし，これが秋期の登熟障害に移行する場合が多いことは，被害発生の過程に於て多少趣きを異にするものである．今このような冷害田の岡山県に於ける実態を示せば，第4表，第1～4図の如く，県下中北部全般に分布し，その総面積は僅か 1364～1854 ha（1.8～2.3％）に過ぎないが9郡78カ町村にわたり，その殆んどが常発地（頻度1/1～1/2）で 78.5～89.4％の高率であることは，冷温年にのみ発生する冷害地とは全く違つた環境にある

第4表　岡山県水稲冷(水)害田面積及び減収率（昭27農林省資料より算出）

郡町村	冷害田面積（町）	冷害減収率（%）	部落名及び被害状況
岡山県	1,364		
御津郡	46	11.1	
豊岡	20	11.5	（豊岡下，豊岡上の谷田）伸長分けつ不良
新山	20	14.5	（尾東，福沢，笹目，溝部の谷田）
江与味	6	7.2	（湧水田）伸長分けつ不良
川上郡	10	6.7	
高山	2	6.3	（高冷地湧水田）6月上旬以後
湯野	3	6.7	（谷田全般）6月中旬以後分けつ不良
吹屋	5	7.2	（矢光上，松木の谷田）6月上旬以後分けつ不良
阿哲郡	61	16.7	
新砥	30	20.0	（蚊家，田淵，大野）被害甚大3町
石ケ郷	10	25.0	（法曽）9月上旬以降不稔10町常習田7町
上刑部	11	7.2	（大井野，山奥）5月下旬以後水口枯死11町
千屋	10	14.5	（花見，千屋，井原，実）7月上旬以後不出穂8町分けつ不良10町
野馳	10	12.5	（大野郷の谷田）甚3町
真庭郡	314	14.3	
落合	10	30.0	（杉山）伸長分けつ不良
津田	29	20.0	（田原山上，吉，野原，舞高の谷田湧水田）伸長分けつ不良
木山	10	8.3	（下方，木山）9月中旬以後
美甘	100	16.7	（鉄山，黒田，美甘北部，田口の谷田）7月上中旬以後3割減収70町
新庄	50	23.5	（野土路，二橋，高下，滝尻，田浪）7月中下旬以後5割減収50町
河内	40	16.7	（上河内，下河内）7月上旬以後伸長，分けつ不良
二川	20	12.5	（栗谷，藤森，黒杭）伸長分けつ不良
川上	25	5.5	（西茅部，本茅部，上徳山，下徳山湯谷苗代の冷水湧水田）
八束	20	4.5	（中福田，下福田，下長田，上長田，下見の冷水，湧水田）
中和	10	5.5	（吉田，下和）伸長分けつ不良
苫田郡	166	16.3	
加茂	2	5.0	
大野	4	40.0	（貞永寺，和田）6月下旬以後5割減収冷害年
中谷	5	11.8	（中谷）8月中旬以後山間田
宮	5	6.7	（東谷，西谷）7月中旬以後谷田分けつ不良
泉	15	21.4	（谷田全般）不稔
羽出	20	16.7	（　〃　）稔実不良
奥津	20	16.7	（　〃　）　〃
上才原	20	16.7	（全　般）青立不稔
田邑	3	4.8	（上田邑）
香々美北	40	6.7	（越畑，岩屋，百之谷）7月中旬以後分けつ不良
神庭	3	23.1	（吉見，綾部）7月上旬以後伸間分けつ不良
高倉	6	29.4	（上高倉）6月下旬以後伸長分けつ不良
新加茂	10	16.7	（原口，倉見，黒木）6月下旬以後
上加茂	10	6.3	（全般）分けつ不良
阿波	4	22.2	（大畑，大杉，尾所）6月下旬以後

勝田郡	123	11.6	
新野	7	5.9	(西下，山形，西上)甚7町
勝田	21	18.7	(矢田，大町，久賀，余野，真名部の谷田湿田)甚14町
北吉野	20	7.7	(滝木，上町川)谷田10町
豊田	28	14.3	(是宗)7月上旬以後甚15町
梶並	7	13.3	(右手，東谷上，東谷下，楮，真殿)甚4町
湯郷	15	5.9	(奥大谷，下大谷，長内)谷田甚5町
公文	4	11.1	(全般)谷田
南和気	12	28.5	(藤田上，休石，棚原，連石，上間，下谷)谷田天水田
北和気	5	11.5	(全般)甚2町
高取	1	5.3	(全般)
河辺	3	5.0	(河辺，日上)8月上旬以後
英田郡	199	18.1	
豊田	3	38.4	(大原，山口，海内，内外野の山間田)7月上旬以後
江見	1	23.0	(南海，日指，大内谷)稔実不良
福山	9	20.0	(可落，国定，鈴家，田淵，柿ケ原)7月上旬以後冷水田
栗井	10	5.0	(梶原，小房，小野，栗井中，鷺巣の丘陵田)
吉野	10	15.0	
大野	5	5.9	(川上の谷田)
讃甘	14	6.7	(西町の谷田湧水田)
西粟倉	25	10.0	(大茅，板根，影石，長尾，知社の棚田)
林野	0.3	20.0	([illegible]谷田)大[illegible]作
福本	1.7	30.0	(井口，真神の湧水田)
東粟倉	60	25.0	(後山，中谷，青野，野原の谷田湧水田)
大原	50		
久米郡	421	15.2	
大井西	20	18.3	(坪井下，坪井上，中北下)
大東	6	28.6	(宮部上)，8月下旬以後の冷水田
久米	6	5.3	(久米川南，領家)谷田
三保	10	5.6	(錦織，下打穴下，下打穴中)平坦部
打穴	50	18.3	(打穴西，打穴上，上打穴里，上打穴北の山間蔭田)
倭文西	41	25.0	(山手公文南，中山平里，中山手奥，山手公文北の谷田)
西川	10	17.6	(奥山手)
垪和	30	12.5	(中垪和谷，中垪和上口，小山，東垪和)
大垪和	40	9.5	(和田北，大垪和西，大垪和東)冷水田甚15町
鶴田	30	9.5	(和田南の山間冷水田)
弓削	80	11.1	(全間，塩之内，松，羽出木，下二ケ)湧水田甚50町
吉岡	10	10.0	(定宗，大戸上，塚角)
加美	40	50.0	(原田，頼元，西幸)山間田甚10町
誕生寺	15	9.1	(南庄，北庄，山ノ城，里方の山間北面田)
竜山	5	4.8	(土籾)北面丘陵湿田〜湧水田
福渡	25	9.1	(下神目，川口，福渡，豊東寺)谷田甚10町
倭文	3	13.6	(里公文の冷水田)
吉備郡	24	11.1	
新本	20	11.1	(谷田全般)甚2〜10町
久代	4	11.1	(小池具，田広木の山間田)

ことが知られ（第1図参照）町村別冷害田比率が20%以上のものは僅か10%（8カ町村420ha）しかなく，その大半が5%以下（36ケ町村205ha）であることは（第2図参照）これら冷害田が集団的に存在する特定の地域があるのではなく，広く県内に散在していることを示し，而も面積の少いことは（第3図参照）これらの多くが山間谷間の小さな棚田群であることを物語つている．このことは西南暖地冷害田の一般的性格であつて常時低水温，寡照下にある水田の実態を表わしている．

第1図　岡山県下の冷害発生頻度（回/年）

◎調査地点（以下同然）

尤も最近はこれら冷水田に対しても種々耕種改善が行われ，反収の向上に顕著な成果を挙げつつあることはこれら水田の内にも反収2石以上の多収田があるとはいえ，多くは1.0―1.5石程度のもの（919ha 67.3%）と，これに次ぐ1.5―2.0石（388ha 28.4%）程度のもので，1.0石以下の殆んど収穫皆無に近い水田は僅かに49ha 3.5%しかないのは（第4図参照）暖地の冷害は東北，北海道地方のそれのように極端なものでないことは明らかである．これについて各町村別に冷水田の減収率を見るに（第4表）その最高は50.0%（久米郡加美村）で半作に近いが多くは10―20%程度の減収で冷水田全部の平均に於ても13.5%であるから，耕種的に軽減防止するに可能な範囲にあるものと思われ，これは本研究の主要な目的でもあつたわけである．翻つて，本研究に使用した調査田がこのような冷害田群の中でどのような位置にあたつたかということに触れなければならないが，第5，6，7図によれば調査田の位置は，温量指数及寒冷指数共に本県の最低部に属し，乾燥指数も亦，格段に高く，県下冷水田を代表する場所としては不適当な誹りを免れないが一方，本地域の反収（1.7石）は冷水田平均反収（1.4石）より高く，而も冷水田でない水田の反収と左程差のない反収であることは，本地域の冷害現象が殆んど定常的であることを意味し，又これら水田群が狭小な棚田でなく比較的集団していることも本研究の対象田として好適な条件と見做されたからである．

第2図　岡山県下の冷水田面積率（%）

第3図　岡山県下の冷水田面積とその分布（ha）

第4図　岡山県下の冷水田の反当収量（石）

II.　実験材料及方法

稲作期間の用水量を測定するために，特に設けた水田の位置は第8図の如く，又供試圃場の面積はそれぞれ，1,962m²（A地区 1933年），1,794m²（A地区1934年），1,369m²（B地区1933年），3，191m²（B地区1934年）で5乃至7筆を以つて構成された水田群であつた．土地勾配は概ね2°前後で緩傾斜をなし，そのため水田筆毎に多少の落差があり，所謂軽度の棚田をなしている．

これら水田に於ける水稲の播種，植付，管理等は一切現地の慣行に従い，調査のための特別な指導はしいて行わなかつた．従つて作付された品種，施肥量，栽植距離等は年次又は地区により同一ではないが，いづれも4月上中旬（A地区4月11～15日 B地区4月4～5日）に坪3合の割で保温折衷苗代に播種し，5月20～24日（40～45日苗）植付け，8月上中旬（大体8月10日頃）落水期まで通常の管理とし，全期間の水温，用水量を測定した．本地域一般の灌漑方式は所謂押水式灌漑法と呼ばれるもので，水田用水路とは別に水田内若くは畦畔の一側に手アゼに似た極く浅い取水路を一聯の水田群毎に設け，水田内水位を一定（約6cm）に保つように木堰を用水路取水口及その余水口と，水田水口におき，常時満水状態にある取水路から水田の減水深に応じて水田内に流入するように調節されている．従つて降雨その他特別の場合の外は取水路内の流速は極めて僅かで，管理が適当であれば殆んど停滞状態に近く当然日射に伴う取水路内水温の昇温が期待される．しかし実際には調査田に於ても斯様な入念な用水管理が行われていたわけではなく常に取水路末端の余水口から多量の放水があり，このため取水路内の水温上昇も余り顕著でなかつた．このため水口付近の生育は冷水の影響を蒙るので，日中の断水，夜間の掛流しを行うところ（A地区）もあるが，棚田で漏水の多いところ（B地区）では総べて前者の常時放水状態のまま灌水が行われていた．

用水量の測定は第9，10図の如き小型 Parshall-flume と三角セキを用い，それらの流量（l/sec）は第11図の如き流量曲線から水位自記記録によつて求めた．これらの調査結果から取水量と余水

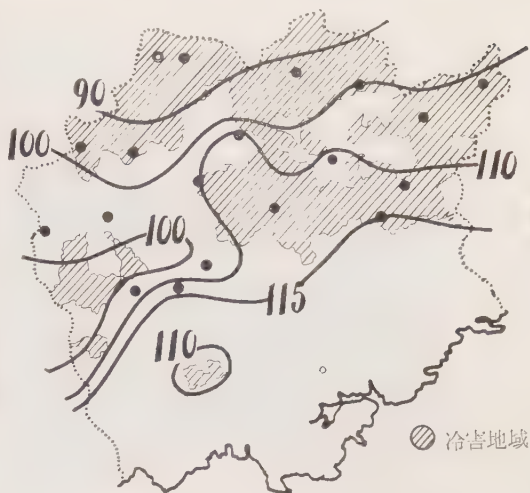
量の差を求めて灌水量（mm）とし，更に圃面蒸発散量（露場内蒸発量の1.2倍）を差引いて滲透量とした．これら特定の調査田の外に付近の一般田についても用水量を測定したが，この場合は取水口及余水口に於ける単位時間内の流量をポリエチレン製の袋（100×20cm）に採取秤量し，これを水深に換算して調査田のそれと比較した．

又調査田における実際の縦滲透量（地下漏水）を測定するため直径9.5cmの無底鉄円筒（長さ43.5cm）を水田中央に打ち込み，これに満した水位の低下を10倍斜尺で読取り日々の減水深（1933年度は10日毎）を測定し，これを用水量から算出した滲透量と比較した．その他調査期間中の気温（最高，最低及平均）は露場内百葉箱で，又水温（最高，最低及平均）は取水口，余水口及中間の水田（第3号田）内で測定し，雨量及蒸発量は露場内の銅盤（20cm）で読取つた．尚有効雨量は雨量の80%とし，株間蒸発量及葉面蒸散量は測定が困難ではあるため，その合計を露場内蒸発量の平均1.2倍と仮定したが，別に収穫物（茎葉及穂の風乾物全重）1grを生産するに必要な要水量を300grと仮定して計算した水量を水位（mm）に換算して滲透量の補正を行つた．

Ⅲ．実験結果及考察

(1) 用水温の日変化及取水路内水温の上昇

取水路内の流速は既述の如く，水田を異にし又管理に精疎があつたために同一水田に於ても一定でなく，特に日々の気象条件就中日射及雨量の変化に伴う変動があつたが，稀に

第5図　岡山県下冷水田の温量指数同位線

第6図　岡山県下の冷水田寒冷指数同位線（C°）

第7図　岡山県下の冷水田乾燥指数同位線（C°）

第8図 試験田の位置及付近の地理的環境

図中◎Aは苗代試験田，Bは湯船試験田Cは農業試験場高冷地試験地
数字は実施年次（1933～1934）を示す

第9図 Parshall-flume

設 置 状 況

第10図　三角セキ

設置状況

中干を行う場合の外は殆んど満水状態に保たれ，従つて流速も緩く，水路内での昇温が多少認められた．用水路内の水温及余水路における水温は第5表の如く季節変化が認められるが，その最高の平均は 17～22°C 又最低の平均は 11～15°C で，その平均は 14～18°C となり 20°C には達しなかつた．

既往の調査[2]によれば水稲の[illegible]が[illegible]に行われるためには少くとも[illegible]水温が 20°C 以上であることを要し，更にこれを良好ならしめるためには 22°C 以上でなければならない．[illegible]に稍々不足し，[illegible]を阻害し，[illegible]不実となることは[illegible]れない（後報参照）しかし取水路中の流水はその流下中漸次温められ，その末端に於ては数度高いから，[illegible]被害面積もこれに応じて減少することは言うまでもない．これと同様，各水田の水温分布も水口を遠去かるに従つて昇温し，略々 10m を過ぎれば既に5～10°C 高く日中には[illegible] 30～34°C の高温[illegible]影響は認められない．これに対し，夜間は日射による[illegible]，それでも尚[illegible]上昇があつたのは地面輻射に依るものであり，水路が浅く，且つ止水状態に近い流速が然らしめた結果と思われる．

第6表，第12図はこれら取水路内での昇温効果を示したもので単位水路長（100m）[illegible]温上昇度を流量（mm）の函数として求めた結果は $T=aw^{b}$ で表わされ，水源水温の低いほど昇温効果の大なることを示している．（$T_A>T_B$）この結果から本地域の如き押水式灌漑法を行う場合の流量は多くとも 2.3～3.5mm/day 以下とし出来得れば 0.5mm/day 程度の止水状態に調節することに依つて平均水温 14～18°C の水を 24°C 程度に高め得られるのでないかと思われる．従来一般の冷水田に於て採られて来た迂廻水路又は水口改善の効果の必ずしも有効でなかつた

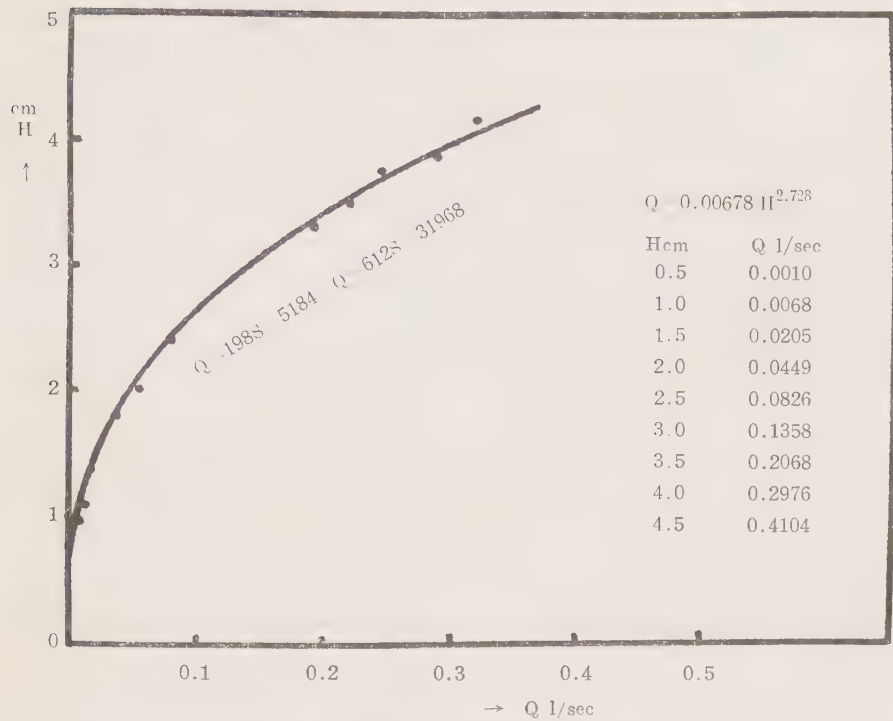
第11図 a parshall-flume 水位流量曲線

[illegible] 76.7mm

$Q = 0.1445H^{1.575}$

Hcm	Q l/sec
0.5	0.0485
1.0	0.1445
1.5	0.2737
2.0	0.4305
2.5	0.6118
3.0	0.8154
3.5	1.0394
4.0	1.2817
5.0	1.8228
6.0	2.4292
7.0	3.0967
8.0	3.8215
9.0	4.6004
10.0	5.4308
11.0	6.3105
12.0	7.2373
13.0	8.2097

第11図 b　三角セキ水位流量曲線

巾 30cm 60°

第5表　稲作期間の気温，水温及び較差 (°C)

区別	年次	時期	気温			用水路水温			余水路水温			差			気温水温の差		
			最高	最低	平均	最高	最低	平均	最高	最低	平均	最高	最低	平均	最高	最低	平均
苗代試験田(A)	1933	6月中旬	24.8	13.6	19.2	18.5	14.1	16.3	19.6	14.3	17.0	1.1	0.2	0.7	6.3	(−)0.5	(−)2.9
		下旬	30.2	15.8	23.0	21.1	14.8	18.0	21.7	15.1	18.4	0.6	0.3	0.4	9.1	1.0	5.0
		7月上旬	29.4	18.6	24.0	18.2	14.3	16.3	20.0	14.7	17.4	1.8	0.4	1.1	11.2	4.3	7.7
		中旬	32.2	16.0	24.1	19.7	14.5	17.1	20.8	14.6	17.7	1.1	0.1	0.6	12.5	1.5	7.0
		下旬	32.6	20.8	26.7	20.0	15.7	17.9	21.1	16.4	18.8	1.1	0.7	0.9	12.6	5.1	8.8
		8月上旬	32.2	16.8	24.5	19.2	15.2	17.2	20.2	15.8	18.0	1.0	0.6	0.8	13.0	1.6	7.3
		中旬	31.5	18.2	24.9	18.5	15.1	16.8	19.4	15.2	17.3	0.9	0.1	0.5	13.0	3.1	8.1
		平均	30.4	17.1	23.7	19.3	14.8	17.1	20.4	15.2	17.8	1.1	0.4	0.7	11.1	2.3	6.5
	1934	5月下旬	25.1	8.1	16.6	17.6	11.2	14.5	21.1	11.8	16.3	3.5	0.6	1.8	7.5	(−)3.1	2.1
		6月上旬	18.5	9.5	14.0	16.5	10.5	13.5	22.4	12.1	17.3	5.9	1.6	3.8	2.0	(−)1.0	0.5
		中旬	21.4	10.5	16.0	16.7	10.9	13.5	25.5	12.0	18.8	8.8	1.1	5.3	4.7	(−)0.4	2.5
		下旬	24.6	19.6	21.6	—	—	—	—	—	—	—	—				
		7月上旬	29.3	18.0	23.6	17.2	12.1	14.7	25.1	16.2	20.7	7.9	4.1	6.0	12.1	5.9	8.9
		中旬	27.9	17.9	22.9	15.6	11.2	13.5	24.2	14.0	19.0	8.6	2.8	5.5	12.3	6.7	9.4
		下旬	31.4	16.4	24.4	17.6	11.7	14.7	27.0	13.9	20.3	9.4	1.9	5.6	13.8	4.7	9.7
		8月上旬	29.4	17.6	23.6	19.0	10.8	14.9	30.3	14.6	22.5	11.3	3.8	7.6	10.4	6.8	8.7
		平均	26.0	14.7	20.3	17.2	11.2	14.2	25.1	13.5	17.8	7.9	2.3	3.6	8.8	3.5	6.1

湯船試験田(B)	1933	6月中旬	24.3	11.8	19.2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		下旬	29.4	14.2	21.8	21.3	14.7	18.0	22.3	14.8	18.5	1.0	0.1	0.5	8.1	(−)0.5	3.8
		7月上旬	29.7	19.0	24.3	20.8	14.9	17.8	22.4	16.1	19.3	1.6	1.2	1.5	8.9	4.1	6.5
		中旬	31.3	16.6	23.9	20.2	14.1	17.3	23.2	15.0	19.1	3.0	0.9	1.8	11.1	2.5	6.6
		下旬	31.8	20.2	26.0	20.8	15.4	18.1	23.9	16.7	20.3	3.1	1.3	2.1	11.0	4.8	7.9
		8月上旬	31.7	17.9	24.8	20.7	15.2	18.0	26.0	16.9	21.5	5.3	1.7	3.5	11.7	2.7	6.8
		中旬	30.4	18.6	24.5	20.3	15.0	17.7	30.0	18.3	24.2	9.7	3.3	6.5	10.1	3.6	6.8
		平均	29.8	16.9	23.5	20.7	14.9	17.8	24.6	15.3	20.5	3.9	1.4	2.7	9.1	2.0	5.7
	1934	5月下旬	24.0	9.9	17.0	18.6	12.1	15.5	20.7	12.2	16.5	2.1	0.1	1.0	5.4	(−)2.2	1.5
		6月上旬	21.5	9.1	15.3	19.8	12.0	15.9	23.1	12.9	18.0	3.3	0.9	2.1	1.7	(−)2.9	(−)0.6
		中旬	23.9	11.0	17.4	20.5	13.0	16.3	25.4	13.0	19.2	4.9	0.0	2.9	3.4	(−)2.0	1.1
		下旬	25.1	13.1	19.1	21.8	15.2	18.1	28.1	14.8	21.5	6.3	(−)0.4	3.4	3.3	(−)2.1	1.0
		7月上旬	28.4	17.8	23.1	24.5	17.3	20.9	28.5	18.0	23.3	4.0	0.7	2.4	3.9	0.5	2.2
		中旬	27.1	17.2	22.2	20.6	16.1	18.4	25.7	18.4	22.1	5.1	2.3	3.7	6.5	1.1	3.6
		下旬	30.6	16.1	23.4	23.3	16.8	20.2	31.1	18.3	24.9	7.8	1.5	4.7	7.3	(−)0.7	3.2
		8月上旬	29.6	16.7	23.2	25.2	17.6	21.5	30.1	16.8	23.4	4.9	(−)0.8	1.9	4.4	(−)0.9	1.7
		平均	26.3	13.9	20.1	21.8	15.0	18.4	26.6	15.6	21.2	4.8	0.6	2.8	4.5	(−)1.1	1.7

第6表　流水量に伴う水温上昇効果

[illegible] $T=13.90W^{9.61}$		[illegible] $T=13.34W^{2.70}$	
T	W	T	W
°C	mm	°C	mm
0.05	36.8	0.11	17.3
0.05	24.2	0.15	20.3
0.10	22.7	0.37	18.4
0.12	19.9	0.41	14.1
0.13	29.2	0.46	12.1
0.13	17.5	0.49	10.8
0.93	22.9	0.89	11.1
1.78	7.8	1.39	2.0
2.85	5.3	1.56	2.8
3.04	3.4	1.66	3.6
3.05	5.4	2.31	3.6
8.77	0.7	2.32	2.8
9.08	1.7	8.60	1.2
13.13	1.5		

但し T：100m間の水温上昇度（°C）
W：流量（mm/day）

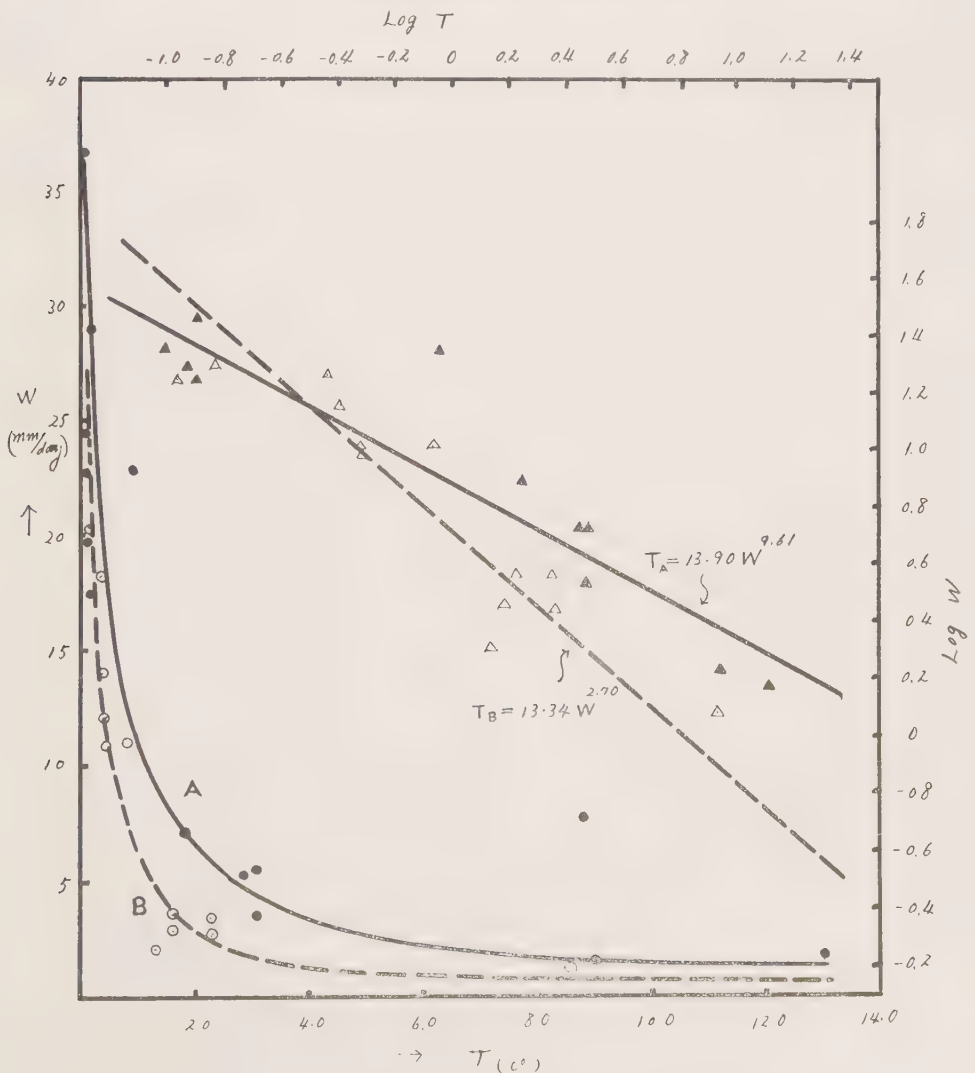
のは昇温面積の不足のみならず，水深並に流速に対する考慮が不充分であつたためで将来更に検討すべき問題を多々含んでいる．

(2)　冷水田に於ける用水収支とその対策

調査を行つた冷水田の用水収支を以つて一般の冷水田のそれを律することは危険であるが，西南暖地で所謂冷害田と呼ばれているものの多くが平地の湧水田は別として主として山間田に属し，漏水度の大きな共通な性格を持つていることからして本調査田の結果が必ずしも当を得たものとは謂えないが，その相貌を知り，これを理解する上に多少共役立つものと思われるから調査の結果について考察してみたいと思う．今調査田に於ける稲作期間（移植より落水まで）の用水収支は第7表の如くで，その日量及それらの季節的変化は当然稲の作柄，管理面の適否等によつて左右されるのみならず，毎日の天気，就中，日射の強さや降水量に依つても著しく変動することは勿論である．即ち本地域冷水田の稲作期間の取水量（耕起，代掻時の取水量を含まず）はおよそ 4～5×10³mm の範囲にあつて，少い場合でも 3×10³mm あり，多きは 5.7×10³mm にも達し，これを水量に換算すれば反当およそ 1.6～3.1 万石の水が僅か 70～80 日間の稲作期間中に使われていることになる．更にこれに雨量を加えれば 3.8～6.4×10³mm となり，その8割を有効雨量とすれば 3.7～6.2×10³mm で反当2.0～3.4 万石に達する．このことは本地域が水源に恵まれ用水の豊富なことを物

語るが，他面これが煩いして常時多量の用水濫用が水口水温の上昇を妨げ冷水害を助長していることになる．尤も既述のように本地域の灌漑方式が掛流式であるために水口付近の一部を除けば低水温の割りには冷害面積を少からしめているとは云え，取水路内を常に満水状態に保つ手間を省く必要から過量の余水放出（0.3～2.0×10³mm）が行われていることは改めなければならぬ点である．

従つて，実際の灌水量（用水量）はこれを控除した残量，即ち 3.5～5.5×10³mm，有効雨量を基準とすれば 3.4～5.3×10³mm 程度で反当に換算すれば 1.9～2.9 万石の水が2，3反を単位とする小水田群に供給されていることになる．既往の諸調査によれば早稲に対しては反当0.7～0.8 万石，晩稲は 1.0～1.5 万石程度のものと推定されているから本地域の水量は有にその 2－3倍に当つている．一方その消費は稲自体の生長，株間水面からの蒸発，葉面からの蒸散及び地下滲透の四つに区分され，この内稲自体の生長に利用される水の一部は稲体構成水として体

第12図　取水路流量と昇温効果（水路長100mに対し）

第7表　稲作期間の用水収支 (1933～34)

区別	年	時期	取水量 (T)	雨量 (P)	(T+P) 計	(O) 余水量	(T+P−O) 差 (灌水量)	蒸発散量	滲透量	縦滲透量	備考
苗代試験田(A)	1933		mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	
		6月上旬	638.0	60.6	698.6	195.2	503.4	—	—	—	平均日減水深 49.61 mm 47.84
		中旬	722.0	21.2	743.2	199.6	543.6	—	—	10.0	
		下旬	705.3	60.9	766.2	242.5	523.7	— (148.1)	— (2064.5)	10.0	要水量 472.0 mm
		7月上旬	739.0	195.1	934.1	292.2	641.9	—	—	10.0	
		中旬	715.8	6.8	722.6	174.7	547.9	47.0	500.9	10.0	
		下旬	832.8	147.5	980.3	249.2	731.1	34.9	696.2	9.0	
		8月上旬	672.2	116.5	788.7	229.1	559.6	31.7	527.9	9.0	
		中旬	512.3	64.5	576.8	368.1	208.7	12.8	195.9	—	
		下旬	(117.6)	(62.5)	(180.0)	(45.1)	(134.9)	(2.4)	(132.5)	—	
		計	5655.0	735.5 **588.4**	6390.5 **6243.4**	1995.7	4394.8 **4247.7**	(128.8) **276.9**	(2053.4) **4117.9** **3970.8**	9.6	
	1934	5月下旬	(105.4)	(8.4)	(113.8)	(3.9)	(109.9)	(32.4)	(77.5)	23.0	平均日減水深 42.42 mm 40.19
		6月上旬	438.3	59.5	497.8	34.4	463.4	29.9	433.5	18.7	
		中旬	399.4	118.6	518.0	17.3	500.7	36.2	464.5	18.9	
		下旬	426.3	58.1	484.4	60.4	424.0	36.5	387.5	—	要水量 477.7 mm
		7月上旬	178.2	299.1	577.3	77.6	499.7	22.2	477.5	42.5	
		中旬	457.3	142.0	599.3	53.4	545.9	19.1	526.8	39.9	
		下旬	557.1	11.2	568.2	59.5	508.7	50.0	458.8	40.8	
		8月上旬	449.6	139.1	588.7	14.6	574.1	38.7	535.4	38.6	
		計	3011.6	836.0 **668.8**	3847.6 **3680.4**	321.1	3526.5 **3359.3**	265.0	3261.5 **3094.3**	31.8	
苗代試験田(B)	1933	6月上旬	(653.1)	(60.6)	(713.7)	(163.2)	(550.5)	—	—	—	平均日減水深 64.71 mm 62.86
		中旬	918.1	21.2	939.3	280.6	658.7	—	—	—	
		下旬	750.2	60.9	811.1	173.4	637.7	— (132.0)	— (2478.1)	18.0	
		7月上旬	760.6	195.1	955.7	202.5	753.2	—	—	31.0	要水量 62.86 mm
		中旬	856.9	6.8	863.7	120.6	743.1	47.0	696.1	26.0	
		下旬	698.7	147.5	846.2	163.5	682.7	34.9	647.8	19.0	
		8月上旬	725.9	79.6	805.5	111.1	694.4	31.7	662.7	19.0	
		中旬	(28.0)	(26.4)	(54.4)	(8.0)	(46.4)	(1.2)	(45.2)	—	
		計	5391.5	598.1 **478.5**	5989.6 **5870.0**	1222.9	4766.7 **4647.1**	(114.8) **246.8**	(2051.8) **4529.9** **4400.3**	22.6	
	1934	5月下旬	(439.0)	(7.6)	(446.6)	(14.1)	(432.5)	(40.3)	(392.2)	—	平均日減水深 67.22 mm 64.67
		6月上旬	616.7	72.9	689.5	27.7	661.8	41.2	620.6	—	
		中旬	620.3	117.1	737.4	28.3	705.1	38.0	709.1	—	
		下旬	571.0	53.7	624.7	36.4	588.3	39.4	548.9	—	要水量 64.67 mm
		7月上旬	668.2	411.4	1079.6	97.9	981.7	21.3	960.4	40.2	
		中旬	781.5	152.9	934.4	184.3	760.1	18.9	741.2	39.3	
		下旬	823.7	10.2	833.9	13.5	820.4	57.4	763.0	39.7	
		8月上旬	460.8	167.1	627.9	35.9	592.0	46.3	545.7	39.6	
		計	4991.2	992.9 **794.3**	5984.1 **5785.5**	438.1	5546.0 **5347.4**	302.8	5243.2 **5044.6**	39.7	

括弧内数字は調査期間のみの値を示し，又ゴジック数字は有効雨量を基準とした値を示す．

第8表　稲体生産に使われた水量

地区別	1933	1934
A 地区	472.0mm	477.7mm
B 地区	290.6	498.1
平均	381.1	487.9
（反当）	（2,097石）	（2,683石）
A 地区	195.1mm	212.7mm
B 地区	43.8	195.3
平均	119.5	204.0
（反当）	（657石）	（1122石）

形の維持，増殖，生活機能に必須な水であるが，その大部分は稲体を上騰して大気中に蒸散する水である．この水量を正確に測定することは出来ないが既往の調査[15]に従つて稲体風乾物を基準として算出すれば左表の如く反当収量（わら重を含む）によつて異るが反当 400mm 内外（反当2,000～3,000石）で，これには圃面よりの蒸発散量も含まれるから第7表の蒸発散量を差引いたもの即ち（下欄）200mm 内外反当 1,000石内外）が実際に稲体の構成に利用されたもの（用水量）と推察してよく．この中でB地区の1933年度の要水量が著しく少いのは，実収量の少かつたことと一致している（後報参照）尤もこれらの数字は実測が困難で，多分の推定を含んでいるが冷水田に於ける用水利用の一面を知る上には必ずしも不適当とは思われない．更にこの供給量から[illegible]を差引いたもの，即ち稲体に利用されないままに地下に滲透した水量と考えられ，これが 2.9～5.0×10³mm（反当約 1.6～2.8万石）に及んでいる．このように稲体に直接利用されない水が供給量の略々10倍に近いことは漏水に伴う水温，地温の低下並に無機塩類の多量の[illegible]を共に[illegible]不当な消費によつて稲の栄養生長を阻害していることは自明である．従つて冷水地域の[illegible]，収量の増大を図るためには漏水防止の手段を講ずることが急務であることは言うまでもないが，圃場内の一部で測定した縦滲透量が平均 10～32mm/day（A地区）23～40mm/day（B地区）に対し，上記用水収支から算出した全滲透量が平均 40～48mm/day（A地区）63～65mm/day（B地区）であることは地下縦滲透の外に畦畔からの横滲透もかなりの量あることを示し，畦畔の補修の必要なことを示している．

これを要するに西南暖地で所謂冷害田と呼ばれている水田の多くは漏水の激しい水田であるために必然用水が過用される傾向があり，殊に山間田にあつてはこれが冷水であるために気温が高いにも拘らず冷害の発生は避けられない状態にある．従つてこれを防止するためには極力漏水防止に努めるべきであるが，単に土壌構造の改善に役立つ資材の投入だけでなく，畦畔からの漏水防止も併せて行わなければ効果がない．これらに依つて単に用水の節減が図られるだけでなく，地温，水温の上昇を助け，栄養塩類の流亡を防ぎ，土地生産力の増強によつて冷害の防止と収量の増大が見込まる．

IV．摘　　要

(1) 岡山県真庭郡川上村々内の三地域の水田を対象として1933～34年水稲栽培期間中の用水量並にその収支と水温の調査を行つた．

(2) 調査地に於ける気象並に作物地理的条件は岡山県に広く分布する冷水田のそれと略々近く，これは又西南暖地の所謂冷害田の一般的性格でもある．

(3) 稲作期間中の用水温度は平均 14～18°C で最高水温においても 22°C に達せず，又気温との差も顕著であつた，

(4) 調査田に於ける灌漑法は押水式灌漑法と呼ばれるもので用水路とは別に設けた取水路から灌水され，水田水位の低下に応じて自働的に給水されている．

(5) 取水路内流下水の水温と流量との関係は $T=aw^b$ で表わされ，流量を制限すれば取水路内の

水温を数度上昇せしめることは容易である.

(6) 稲作期間中の用水量は有効雨量を併せ $3.4 \sim 5.3 \times 10^3$mm に達し，その 85～94 %が漏水し，実際に稲体に利用される水量は僅か $2.9 \sim 5.0 \times 10^2$mm に過ぎない.

(7) 稲作期間中の平均日滲透量（縦滲透及横滲透量）は水田に依つて異るが 40～65mm/day でその 20～80 %近くが畦畔漏水である.

(8) このような漏水過多は冷水田の水温，地温の上昇，保温を妨げ，無機塩類の流亡を大ならしめ，稲の生育収量を低下せしめる大きな原因となる.

参　考　文　献

1) 馬場赴外（1955）：農業気象，10，1～3.
2) 榎木中衛（1936）：農業，662，10～20.
3) 市瀬由自（1954）：地理学評論，27，108～116.
4) 木戸三夫（1941）：農業及び園芸，16，465，1603.
5) 権平昌司，高橋俊行（1942）：札幌農林学会報，35.
6) 三原義秋（1953）：農業及び園芸，28，645.
8) 佐藤正一（1950）：農業技術，5，7，12～16
9) 志茂山貞二（1934～35）：水田用水の温度と灌漑水量に関する調査成績書
10) 田中　稔（1940）：農業及び園芸，15，1491，（1941）：16，411，（1943）：18，609.
11) 〃　（1954）：農業気象，9，41～44.
12) 植木健至（1954）：鹿児島大学学術報告，3，7～12.
13) 八柳三郎（1937）：農業及び園芸，12，149.
14) 矢吹万寿（1954）：農業気象，9，121～123.
15) 溝口三郎（1949）：灌漑排水　雄鶏社.
16) 庄司清吉（1939）：農業及び園芸，14，1423.

異常高温が生き残り昆虫個体及び其の子孫の生理・生態的性質に及ぼす影響に関する実験的研究

清　久　正　夫

Experimental Studies on the Influence of an Abnormally High Temperature upon Some Biological Characters in Inects Survived the Heat-treatment and Those in Their Offsprings.

Masao Kiyoku

The writer has dealt with the influence of an abnormally high temperature upon biological characters in insects survived the heat-treatment and those in offsprings descended from the survivors. The biological characters described above are number of deposited egg per a female, sex ratio, duration in the growing period from egg stage to emergence, survival rate during the growing period, longevity in adults, body weight of adults and heat-tolerance. Insects used as experimental materials are Azuki-bean weevils, *Callosobruchus chinensis*, and they has been reared in the incubator of 30°C. constant from a single pair of parents. They, when 16 hours pass from their emergences, are treated with a high temperature (48°C.). Surviving weevils are held 2 additional days, untill all mortality resulting from heat-treatment has occurred, are then allowed to mate. Parent survived the heat-treatment and untreated one are reared from parent-genration to their F_2-generation, and examined. The experimental results obtained are as follows.

I. Number of deposited egg per a female weevil survived a high temperature treatment is less than the control. However, that in F_1-generation descended from the survivors greatly exceed the control. Sex-ratio in F_1-generation is greatly less than 0.5. Duration in the growing period from egg stage to emergence is inclined to increase in F_1-generation as well as in its F_2-generation, but the increasing rate is not great.

2. Survival rate during the growing period in F_1-generation descended from treated parents is high to a small extent, whereas that in F_2-generation is low. Longevity of adults survived heat-treatment is longer than the control, whereas that in F_1-generation descended from the parents is shorter.

3. Heat-tolerance in adults survived heat-treatment is higher than the control. That of male weevils in its F_1-generation is still higher, whereas that of female weevils is lower than the control. There is no significant defference in body weight of weevils.

4. The heat-treatment against parent-generation has frequently influence upon the characters of survival parent and its F_1-generation, but does not influence upon those of F_2-generation with exception of one or two cases.

緒　　言

人為的所置が害虫の勢力をかえつて増大させるという概念は決して新らしいものではない．然し特に最近約10年この方各地で殺虫剤の濫用がしばしば抵抗性害虫を発現させ，或はその発生量を増大させるに及んでこの[illegible]ある．これに[illegible]を考えるに[illegible]て原因を明らかにせねばならないがこれを論ずる為の資料はまことに少ない．現在の害虫をたお

すことは重大な問題であつて研究も少なくないが，それと同程度，時にはそれ以上に残つたものの質に関する研究が重要である．何となればある人為的処置が害虫の量は勿論質をもかえてしまうからである．

高温の問題にしてもそれによる昆虫の致死に関する研究は従来内外共に少なくないが，高温に触れても死ななかつたものの其の後の運命特に代のかわつた場合の質の変化に関して調べた研究は多くはない．筆者は近年高温，低温等の異常な温度や殺虫剤から生き残つた個体の主に繁殖能力（一雌当りの産卵数，性比，発育期間中の発育率）の状態及びそれらの子孫個体の繁殖能力の変動について研究を行つた．その結果それの変動に一定の傾向を認めたがこの種類の実験には系統のよくわかる雄雌一対飼育によつた実験成績が望ましいこと，昆虫の重要な性質としては上記の繁殖能力と同様に生活力や外界に対する抵抗力も同時に併せ論ずる必要があるから，今回は一対飼育によつて上記繁殖能力の諸性質の他に発育期間，成虫の寿命，その体重及び高温に対する成虫の抵抗力の7性質を調査の対象として研究を進めた．

I．材料及び方法

この実験に用いた材料は 30°C. 定温器内で飼育をつづけた一定系統に属するアズキゾウムシ *Callosobruchus chinensis* であつて，これらは高温処理区も対照区も共に雄雌一対の飼育をしたものである．実験した種類及び其の方法は下記のとおりであつた．

a.　高温処理の実験．成虫処理の場合は羽化16時間以内の成虫雄雌 100 頭を恒温水槽内に設置した所定のガラス器内に投入しその容器の温度 48°C. に 1 時間曝露せしめた．高温処理後48時間して生き残つた個体から任意に雄雌15対を選び交配し産卵させ次代（F_1）の材料とした．次にこれらの F_1 世代の個体から任意に雄雌15対を選んで其の次の代（F_2）の材料とした．

幼虫処理の場合には親世代（P）の幼虫（産卵後 30°C. 定温器内で10日を経過したもの）を小豆のまま上記の高温装置の中へ3時間投入し，取り出してから小豆をもとの 30°C. 定温器内に移し内部に侵入した幼虫が羽化するまで飼育を続けた．羽化した成虫から任意に雄雌15対を選び交配産卵させこれを次代（F_1）に，又それら F_1 世代の成虫の内から任意に雄雌15対を選び交配産卵させて（F_2）代の材料とした．要するに高温処理をしたのは成虫の場合も幼虫の場合も親世代のみであつて F_1 代以下の個体には何らの実験的処置をしていない．

高温処理後成虫の調査事項は生残率，生残成虫の寿命，その一雌当り総産卵数．高温処理した幼虫の調査事項は処理後の羽化率，羽化成虫の一雌当り総産卵数，同成虫の寿命，性比，成虫体重及び成虫の熱抵抗指標（M. L. T）であり，F_1 世代以下各世代の調査事項は一雌当り総産卵数，卵期より羽化までの発育率及びその期間，性比，成虫寿命，成虫体重，成虫の熱抵抗指標（M. L. T）であつた．

b.　成虫寿命．成虫を高温処理した後の生残虫の寿命は，高温処理後毎日一回死亡率を調べ累積死亡率を取る．これら累積死亡率から対照区の累積死亡率を参照し Abbott の式によつて修正死亡率を求め，修正累積死亡率・日数曲線の Probit 解析によつて中央致死日を推定する．幼虫を高温処理した場合及び F_1 以下の成虫寿命は羽化直後の成虫を雄雌別に毎日一回死亡率を調査し，累積死亡率・日数曲線を求めこれの Probit 解析によつて中央致死日を推定し，これらを成虫の寿命とした．

c.　一雌当り総産卵数．各世代ともそれぞれ15対のものが産卵を開始してから最後の産卵までの全卵数を計算しこれらの平均値を求めた．

d.　性比．雌/(雄＋雌）の比であつて，各世代毎に15対の組の平均値を示した．

e.　成虫の体重．羽化直後の成虫体重を一頭づつトーションバランスで測定し雌雄各10頭の平均値を示した．

f.　熱抵抗の指標．それぞれ羽化直後の成虫を 48°C. に60分，45分及び30分曝露し，各死亡率の累積値を求め，累積死亡率・時間（分）曲線の Probit 解析によつて中央致死時間（M. L. T）を算出した．但し本文（２）の b 項幼虫処理の場合は 48°C. 60分曝露の死亡率の逆数を熱抵抗の指標とした．

g.　発育期間．累積産卵率・日数曲線の Probit 解析から中央産卵日を求め，累績羽化率・日数曲線から中央羽化日を求め，前者と後者の間の日数を発育期間の代表値とした．

h．　発育率．一世代間における所定卵数に対する羽化成虫数の百分比であつてそれぞれ15組の平均値である．但し高温処理した親世代では発育途中に高温 48°C. で殺されるものがあるので普通の発育率とは大分趣がことなる．従つて成虫処理の場合には生残率，幼虫処理の場合には羽化率という別の言葉を用いた．

これら調査実験区に対する対照区は 30°C. 定温器内で一対連続飼育した系統であるが，調査区は勿論対照区の諸性質が何代も飼育をつづけるとかなり変動する場合がある．これには色々の原因が考えられるがこの報文には親世代から連続３世代（$P \rightarrow F_1 \rightarrow F_2$）までの成績を記載することにした．尚処理区と対照区との比較を容易ならしめる為に同世代内の成績を重視して同世代内の対照区に対する処理区の比をもつて示した．但し性比のみは対照区を 0.5 とした時の値である．

II．実　験　成　績

第１表　成虫を高温処理しその生き残り成虫の諸性質

性	実験区	生　残　率（%）	寿　命（日）	１雌当り産卵数
雄	T	83.4	8.81	
	TU	100.0	8.04	
	比	0.834	1,095	
雌	T	87.5	9.20	47.85
	UT	100.0	8.65	79.16
	比	0.875	1.063	0.605

T 処理区 UT 無処理区

第２表　幼虫を高温処理し発育羽化した成虫の諸性質

性	実験区	羽化率（%）		成虫寿命（日）	性比	体重（mg）	熱抵抗（M. L. T.）	１雌当り産卵数
雄	T			7.17		4.00	101.5	
	UT			6.91		4.14	82.4	
	比	T	71.92	1.037	0.472	0.966	1.230	
		UT	89.24		0.503			
雌	T	比	0.805	10.48	0.469	5.28	105.1	63.10
	UT			10.15		5.20	97.2	73.00
	比			1.032		1.015	1.082	0.864

性比の比率は UT を 0.5 とした場合の比率である

(1) 高温処理した親世代の調査

親世代の成虫を処理した際の成績は第1表，親世代の幼虫を処理した際の成績は第2表である．

第1表によると成虫を高温で処理して後，生き残り成虫の寿命は対照に比して雄が9%，雌が6%長い．然しそれらの産卵数は約40%少ない．次に第2表によれば幼虫処理の場合，その後羽化脱出した成虫の寿命もやはり少し長い傾向を示し，その産卵数は14%少ない．

尚これら羽化脱出成虫の性比は雌の割合がかなり少なく（0.469），熱抵抗はかなり強い．これに対し体重は対照と大差がない様子である．要するに，高温で処理し生き残つた個体の其の後の運命は寿命は長くなる傾向を示し，産卵数は決して多くなく寧ろ逆にかなり少ない．幼虫処理の場合のみであるが高温処理され羽化脱出した成虫の性比は雌の割合が少なく，高温に対する抵抗力は対照よりかなり強そうである．

(2) 高温処理して生き残り個体より得た子孫世代の調査

成虫及び幼虫時代に高温処理し，その生き残り個体より生ずる子孫 F_1 世代及び F_2 世代の個体の一雌当り産卵数，発育期間，その期間内の発育率，性比，成虫寿命，成虫の体重，熱抵抗の指標を調べた．

a. **親世代の成虫を処理した子孫の場合**．これに関する実験結果は第3表である．

第3表　成虫の高温処理後生き残り虫の子孫 F_1 及び F_2 世代の各種性質

性	世代	実験区	1雌当り産卵数	発育期間(日)	発育率(%)			性比	成虫寿命(日)	体重(mg)	熱抵抗の指標(M. L. T)
雄	F_1	T		21.72					7.10	3.64	80.0
		UT		22.56					7.22	3.92	72.5
		比		0.962					0.983	0.928	1.105
	F_2	T		22.82	F_1	T	78.87	0.446	7.05	4.00	80.0
		UT		21.80		UT	87.10	0.481	7.47	3.78	83.8
		比		1.046		比	0.905	0.463	0.943	1.058	0.954
雌	F_1	T	84.14	22.23	F_2	T	82.72	0.519	7.83	4.76	65.1
		UT	69.00	23.15		UT	76.11	0.494	9.05	5.19	74.2
		比	1.204	0.960		比	1.086	0.525	0.865	0.917	0.877
	F_2	T	72.16	23.48					9.50	5.14	81.6
		UT	74.71	22.26					9.97	5.36	85.5
		比	0.965	1.056					0.952	0.958	0.953

第3表によれば一雌の産卵数は F_1 代で20%増加，F_2 代では3.5%減少．発育期間は雄は F_1 代で3.8%減少，F_2 代で4.6%の増加．雌は F_1 代で4%の減少，F_2 代で5.6%増加する．然しこれらは余り大きい差異ではない．発育率は F_1 代で約10%の減少，F_2 代で8.6%増加．性比は F_1 代で雌の割合が少なくて0.463，F_2 代では逆にやや多くなつて0.525である．成虫寿命は雄も雌も F_1 代及び F_2 代において短かい傾向を示すが余り大きい差異ではなさそうである．成虫の体重は特に F_1 代で雄も雌も軽い．即ち前者は7.2%，後者は8.3%の減少である．熱抵抗力は F_1 代で雄が強いが雌は弱い．

要するに，この実験からかなり明確な変動と考えられる点を指摘すると，特に F_1 世代において明らかであつて，産卵数が多くなること，発育率が低いこと，性比は雌の割合が少ないこと，体重が雄雌共幾分軽いこと，熱抵抗が雄ではなお強く雌では弱くなつている点であると考える．

b.　親世代の幼虫を処理した子孫の場合． これに関する結果は第4表に示される．

第4表　幼虫の高温処理後発育羽化したものの子孫 F_1 及び F_2 世代の各種性質

性	世代	実験区	1雌当り産卵数	発育期間（日）	発育率（%）			性比	成虫寿命（日）	体重（mg）	熱抵抗の指標※
雄	F_1	T		21.98					6.63	4.31	69.44
		UT		20.61					6.83	3.85	48.07
		比		1.066					0.970	1.119	1.444
	F_2	T		21.42	F_1	T	88.90	0.449	8.15	4.57	44.44
		UT		21.13		UT	88.55	0.474	9.25	3.83	51.81
		比		1.013		比	1.003	0.473	0.881	1.193	0.857
雌	F_1	T	77.00	22.42	F_2	T	73.54	0.506	10.05	5.22	37.03
		UT	64.00	21.33		UT	71.82	0.505	9.09	4.94	43.29
		比	1.203	1.051		比	1.023	1.001	1.105	1.055	0.855
	F_2	T	75.66	22.03					12.78	5.26	62.89
		UT	73.66	21.34					11.55	5.15	59.88
		比	1.027	1.032					1.106	1.021	1.051

※ 48°C．1時間曝露の平均死亡率の逆数の 1000 倍．

第4表によれば一雌当り産卵数は F_1 代で20%，F_2 代でも僅か3%増加する．発育期間は F_1 代において雄6.6%，雌5.1%増加，F_2 代において前者は1.3%，後者は3.2%何れも増加の傾向を示す．発育率は F_1 代で大差なく，F_2 代でも僅か2.3%の増加である．これらの変動は何れも大きいものではなさそうである．性比は F_1 代で雌の割合が少なく，F_2 代では雄雌殆ど同数となる．成虫寿命は F_1 代において雄3%減少，雌10.6%増加．体重は F_1 代において雄12%，雌5.5%の増加．F_2 代において雄19.3%，雌2.1%の増加が見られる．最後に熱抵抗*は F_1 代において雄が強く雌は逆に弱いが F_2 代では雄が弱く，雌が強そうだがその差異は F_1 代に比較してかなり少さい．要するに，この結果から明確な差異を指摘すればやはり F_1 代における差が大きくて，F_1代の一雌当り産卵数が多いこと．性比は雌の割合が少ないこと．成虫寿命は雄 F_1 は余り差がないが F_2 代でかえつて短かくなり，雌では F_1 及び F_2 代とも長いこと．成虫体重は雌では F_1 及び F_2 代ともやや重い程度であるが，雄では F_1 及び F_2 代の体重がかなり増大すること．熱抵抗は特に F_1 代の雄がめだつて強いことであると考える．

* この際は時間死亡率曲線が得られなかつたので，48°C に60分曝露して後48時間後の死亡率平均値の逆数を1000倍したものを抵抗の指標とした。

Ⅲ. 考察及び一般的結論

筆者は既に前報から異常温度や殺虫剤にて処理された個体の生き残りから生ずる次代の産卵数が増加し，発育期間における発育率が幾分高く，性比は雌の割合が少なく，成虫の体重がやや重いなどの点を指摘したが，これまでの実験では供試昆虫の飼育器内の産卵数が比較的多くなりがちの場合がある為に，そんな実験区では昆虫の生棲密度が上記の諸性質に影響を及ぼしそれに由来する変動があらわれるかも知れないと考えたから，そんな懸念が少ない一対飼育の方法によつて上記の諸事実を確認する為と更にそれらの性質の他にも発育期間，成虫の寿命，成虫の熱抵抗等のような生活力及び抵抗力の指標となる性質をも調べる実験を企てた次第であつた．

今回の実験は高温処理を用いる実験のみであつたが処理された後生きのこり個体から生ずる次代（F_1）の産卵数が多くなること，その代の性比は雌の割合の少ないという前報で知つた事実は今回の実験によつてまちがいない事実と考えられたが，F_1 代の発育率が高いことやその代の成虫体重が重いことは今回の幼虫処理実験からは肯定出来ないこともないが，成虫処理実験では寧ろ逆の場合もうかがわれるのでこれらはあまり明確な現象だとは言えない様に思われた．

今回の実験の特に F_1 以下の代において成虫処理の場合と幼虫処理の場合におもむきを異にする性質が散見される．前者も後者も処理した高温そのものは同じ現象であつても，其の後における害虫の経過の状態が異なるから両者間に差異が見られるかも知れない．両者を同時に論ずることは或は無理かも知れないが一般的結論を得るために綜合的に考えて次の処置を行う．

既にのべた様に対照区即ち何らの処置もしない区でも諸性質が世代間に変動するが，それら諸性質には一定の中心点がありその周りを変動すると考え親世代より F_2 世代までの諸性質一つ一つについて3世代間の平均値をそれぞれ算出し，これらを条件一定のときのこの昆虫の個有の性質を示す代表値とする一方，高温処理区では各世代ごとに諸性質一つ一つに関して成虫処理区と

第5表　対照区の各種性質連続3世代の平均値

性	1雌当り産卵数	発育期間（日）	発育率（%）	性　比	成虫寿命（日）	成虫体重（mg）	熱抵抗の指標
雄	—	21.52	82.56	0.491	7.62	3.90	39.74
雌	72.26	22.02			9.74	5.16	55.74

熱抵抗の指標は 48°C，1時間曝露の平均死亡率の逆数の 1000 倍.

第6表　各世代の各種性質成虫処理区と幼虫処理区の平均値

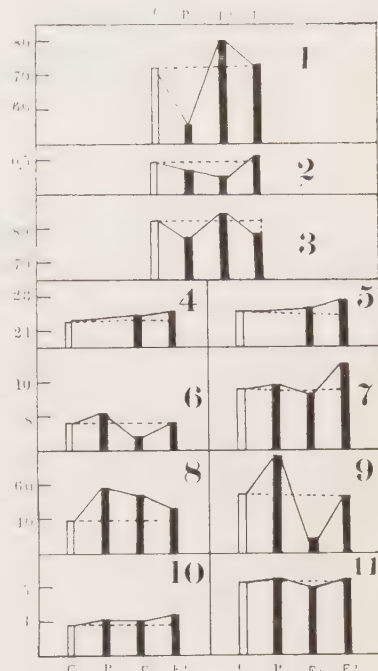
性	世代	1雌当り産卵数	発育期間（日）	発育率（%）		性　比	成虫寿命（日）	成虫体重（mg）	熱抵抗の指標
雄	P	—	—				7.99	4.00	55.24
	F_1	—	21.85				6.86	3.97	53.87
	F_2	—	22.12	P.	77.66	0.472	7.60	4.28	45.36
雌	P	55.47	—	F_1	83.88	0.447	9.84	5.28	78.12
	F_1	80.07	22.32	F_2	78.13	0.512	8.94	4.99	33.00
	F_2	73.91	22.75				11.14	5.20	52.45

熱抵抗の指標は 48°C，1時間曝露の平均死亡率の逆数の 1000倍.

幼虫処理区の実験成績の平均値を計算し，それらの値をもつて高温処理区の子孫各世代の諸性質が変動する状態を現わした．前者の平均値は第5表，後者のは第6表に示すとおりである．

第5及び第6表に示した各種平均値を用いて第1図のように所定の解説図を画いて見ると，親世代に高温処理された生き残り昆虫が，その後どの様な性質を持つかの概要を明らかにすることが出来る．

今第1図の示す所に従つて高温処理後生き残り虫及び其の子孫の繁殖能力，生活力及び外界に対する抵抗力に関して一般的結論を綜合すると次のとおりとなる．

一雌当りの産卵数は処理後生き残り個体では少ないが子孫世代 F_1 では明らかに多い．然しその次の F_2 代では復元する．性比は処理後生き残り個体は勿論 F_1 代において雌の割合が少なくなる．発育率は処理世代では勿論低いがその子孫 F_1 代では一般にやや高い傾向が見られ，その次の代 F_2 代では再び低くなる．卵期より羽化までの発育期間は世代の進むに従つて長い傾向を示すがその程度は大きくない．成虫の寿命は処理された世代の生き残りは幾分長いが，F_1 代では逆に短縮し F_2 代では大体個有の価に復帰する．（但し雌では尚長い）．熱抵抗は処理された代の生き残りは強く，F_1 代では雄は尚強いが雌は逆に弱く，F_2 代では大体もとの抵抗力に復帰する．成虫体重は余り大きい変化がない．

第1図　一般的結論解説図
1．産卵数，2．性比，3．発育率
4．発育期間（雄），　5．同（雌）
6　寿命（雄），　7．同（雌）
8．熱抵抗（雄），　9．同（雌）
10．体重（雄），　11．同(雌)
C．対照区，　P．処理親世代
F_1．処理区の子孫第1代目
F_2．処理区の子孫第2代目

IV．摘　　　　要

本研究は処理区も対照区も共にアズキゾウムシ *Callosobruchus chinensis* の雌雄一対定温飼育によつて親世代を高温処理した後の生き残り個体及び其の子孫の繁殖能力，生活力及び抵抗力がどの様に変化するかを調べたものである．

1．繁殖能力として一雌当りの産卵数は処理された生きのこり個体では少ないが，その子の世代（F_1）では逆に増加する．処理後生きのこり個体より生じた F_1 世代の性比は雌の割合がかなり少ない．これら子孫（F_1 及び F_2）の[illegible]

[illegible]

2．生活力として発育期間中の発育率及び成虫の寿命を調べた結果，処理された個体の子の代（F_1）では前者は普通か幾分高いがその次の代（F_2）では低下する．後者は処理されて後生き残つた個体は明らかに長く生きられ，その子の世代（F_1）では寿命が短縮する．

3．抵抗力として成虫の高温抵抗の指標と成虫体重を調べたが，処理した生き残り個体は明らかに高温に対する抵抗力が強い．然しそれらの子の世代（F_1）では雄は尚強いが雌はそうでなく寧ろ弱い．体重は処理後生きのこり個体がやや重い様に見えるが大きい差ではなく，又その子

孫にも大きい差異は見られない．

4．親世代の高温処理にもとずく昆虫の諸性質の変動は処理した世代とその子世代に明らかに現われるがその次の代即ち F_2 世代には一部例外はあるが余り明らかに現われない．

引　用　文　献

1) AFIFI, SAAD E. D. & KNUTSON, H. (1956): Jour. Econ. Ent., 49 : 310.

2) KNUTSON, H. (1958): Misc. Publ. Ent. Soc. Amer., 1 : 27.

3) 清久正夫・玉木元 (1959)：岡山大学農学部学術報告，14 : 1.

4) 清久正夫・柚木恒裕 (1960)：同　15 : 11.

5) OOSTHUIZEN, M. J. (1936): Tech. Bull. Minn. Agric. Exp. Sta., 107 : 45.

6) PARK, T. (1935): Science, 82 : 281.

A New Dorilaid Parasite of the Zigzag-striped Leafhopper, *Inazuma dorsalis* (Motschulsky) and Notes on Other Paddy-field Inhabiting Dorilaidae (Diptera).

Kenji Koizumi

イナズマヨコバイに寄生するアタマアブ，ならびに水田のアタマアブ類について

小　泉　憲　治

The zigzag-striped leafhopper, *Inazuma dorsalis*, is a species familiar as an injurious pest to the rice plant and also as a vector of the dwarf disease of it. But very little is known about the natural enemies of this leafhopper and there is no record of the Dorilaid parasite. Through the rearing of this leafhoppers, I have had a parasitic Dorilaidae in the considerable percentage of parasitism.

In the present paper I intend to describe this as new species and at the same time give the notes and descriptions on the paddy-field inhabiting Dorilaidae. To date, I have observed eight species of this family in the paddy-fields mainly in the southwestern Japan. Four of them are parasitic on *Nephotettix cincticeps* Uhler as stated in my previous paper, one is parasitic on *Inazuma dorsalis* and the remaining three are not certain concerning their host relations yet, but they are no doubt parasitic on the leafhoppers injurious to the rice plant.

A key to the paddy-field inhabiting Dorilaidae.

1. Stigma absent. Submetallic black species. ………… *Alloneura** 2.
— Stigma present. Opaque brownish species. ………… *Eudorylas** 6.
2. Humeri black. ………… 3.
— Humeri yellow-white. ………… 4.
3. Abdomen lightly pollinose on the dorsum, distinctly gray pollinose on the sides and covered with rather dense, short appressed haires. Wings lightly but distinctly fumose. Male genitalia small in size, about one third the length of the fifth abdominal segment, without vertical cleft, with only an apical membranous area; claspers yellow, distal portion smooth. Ovipositor small, piercer short, subequal to the base, upcurved and extending to the middle of the fourth abdominal segment. ………… *Alloneura oryzaetora* (Koizumi).
— Abdomen entirely shining metallic black, without gray on the sides and covered with rather sparse, long erect haires. Wings entirely hyaline. Male genitalia medium in size, one half the length of the fifth abdominal segment and with a vertical cleft on the dorsum; claspers black, distal portion dilated (Fig. 1 D). Ovipositor large, piercer long and slender, one and one half times as long as the base, undercurved and extending to the posterior margin of the second abdominal segment (Fig. 1 E). ………… *Alloneura inazumae* n. sp.
4. Hind femora with outstanding postero-ventral cilia of delicate pale haires. Tarsi

* The generic name *Alloneura* Rondani is used in the place of *Tömösvaryella* Aczél to comply with the criticism of Collin (1945, Ent. mon. Mag., 81: 3), and *Eudorylas* Aczél is used in the strict sense as designed by Collin (1956, Opusc. Ent., 21: 155).

black. Hind trochanters of male without short spines at the base beneath. Male genitalia with broad and triangular claspers (Fig. 2D). ········· *Alloneura itoi* n. sp.

— Hind femora without such cilia. Tarsi yellow. Hind trochanters of male with four to five distinct short spines at base beneath. Male genitalia with long and slender claspers (Figs. 3D, 4D). ·· 5.

5. Generaly shining black species. Male: from a ventral view of genitalia, the ninth segment is distinctly elongate, about two times as long as the wide and with a deep V-shaped cleft on the posterior margin and a distinct longitudinal groove down the middle (Fig. 3D). Femal: the piercer of ovipositor nearly straight or slightly undercurved (Fig. 3E). ······························ *Alloneura coquilletti* (Kertèsz)

— Subshining black, faintly dusted species. Male: the ninth segment is not elongate, about as long as wide and without a longitudial groove (Fig. 4D). Female: the piercer of ovipositor undercurved (Fig. 4E). ···············*Alloneura sylvatica* (Meigen).

6. Legs chiefly yellow, median dorsal surface of femora and distal subsegment of tarsi are black. The third segment of antennae light yellow, bristles of second segment very minute. Male genitalia with a longitudianl cleft extending down dorsum to right of midline and from a ventral view, a moderately large membranous area of apical portion of eight segment; claspers asymmetrical, broad and rounding. Ovipositor short, piercer strongly upcurved, extending to the posterior edge of the third abdominal segment. ······································ *Eudorylas cruciator* (Perkins)

— Legs chiefly black, only extreme apices of femora, base of tibiae and basal four subsegments of tarsi are yellow. The third segment of antennae black or brown, bristles of second segment rather long. ·· 7.

7. Medium, brown opaque species (3.5—4.0 mm). In the wings third costal section subequal to the fourth. Fore and mid tibiae without apical bristles and erect bristle on the middle of hind tibiae. Male: genitalia with a large apical membranous area; claspers elongate rectangular, both margins parallel. Female: third antennal segment with short acuminate. Ovipositor stout, piercer strongly upcurved. ···*Eudorylas tsuboii* Koizumi.

— Small, gray opaque species (2.5—3.0 mm). In the wings third costal section twice the length of the fourth. Fore and mid tibiae with distinct apical bristles and hind tibiae with a strong erect bristle on the swelling. Male: genitalia with a large vertical creft on the dorsum; claspers irregular, strongly curved on both margins. Female: third antennal segment with very long acuminate; ovipositor slender, piercer quite straight. ··*Eudorylas orientalis* Koizumi

1. **Alloneura oryzaetora** (Koizumi).

Tömösvaryella oryzaetora Koizumi (1959), Sci. Rep. Fac. Agric. Okayama Univ., No. 13, 38—40, figs. 1 a-f.

Notes: In the original description, the wings has been written as "hyaline" but when compared with other members of the genus, the wings of this species must be described as "wings slightly but distinctly fumose".

Distribution: Japan (Honshu, Shikoku).

Host: *Nephotettix cincticeps* Uhler (Hom.: Deltocephalidae).

2. **Alloneura inazumae** n. sp.

(Figs. 1 A-E)

This species is related to *A. oryzaetora* (Koizumi) and the diagnostic characters are mentioned in couplet 3 of the foregoing key.

This is the second species having the black humeri. Although the whole members of the genus *Alloneura* have been known constantly to have the yellow humeri, the Japanese species *A. oryzaetora* and *A. inazumae* have the black humeri and this is a constant character and no individual or seasonal variations. Except for these two examples, the British *A. palliditarsis* Collin, =(1931, *flavitarsis* Collin, 1920) has been stated to have "dark humeri".

Male. Head: Eyes jointed for about one half the length of the frontal triangle; front and face silvery pubescent; occiput shining black above and grary to silvery on the lower portion. Antennae (Fig. 1 A) black, third segment brown, anterior part slightly lighter and short acuminate; bristles of second segment minute. **Thorax**: Chiefly shining black, lightly brown pollinose on the dorsum; metanotum grayed. Humeri black and halters yellow. Mesonotum with distinct dorsocentral hairs; scutellum with rather long pale hairs on the disc and the hind margin. Metanotum without transverse furrow. **Legs**: Chiefly black, extreme apices of femora and tibiae, base of tibiae and basal four subsegments of tarsi yellow; posterior surface of each femora shining, anterior surface of each femora and tibiae slightly dusted. Hind trochanters normal, without spines or bristles, only with thinly white pubescence. Front femora with a pair of weak spines at base beneath; middle coxae with three or more long black bristles at their apices above. **Wings**: Entirely hyaline, fourth section of costa nearly three times as long as the third, fifth section over two times as long as the third and fourth combined; *r-m* crossvein is situated slightly before the middle of the discal cell and located just middle between the ends of veins first and second; the last section of the fourth vein is gently curved and the ultimate section of the fifth vein about equal to the *m-cu* crossvein; the petiole of the cubital cell twice the length of the *r-m* crossvein. **Abdomen**: Shining metallic black, broadest at the fourth segment, sparsely covered with distinct erect long hairs. First tergum with a fan of five or six dark bristles on each sides. **Genitalia** (Figs. 1 B—D): From a dorsal view, about one half the length of the fifth segment; membranous portion bisects eighth segment on dorsum at about median portion; seventh segment not visible (Fig. 1 B). From a ventral view, membranous area on apical one fourth of the eighth segment; ninth segment is about as long as wide; claspers elongate, black in color, the inner is as long as the length of the ninth segment, parallel-sided and enlarged at apex, the outer is somewhat shorter than the inner, slightly curved and enlaged at apex (Fig. 1 D). The cerci are normal.

Length: Body, 2.8—3.2 mm.; wings, 3.3—3.6 mm.

Female. Ovipositor (Fig. 1 E): Basal part globose, subshining black, slightly dusted; the piercer yellow in color, about one and one half times as long as the base, slender, distinctly undercurved and reaching to posterior margin of the second abdominal segment. Front is slightly broader than face, expanded in median portion, entirely silvery opaque; third antennal segment slightlty slender and lighter color than in the male. Front and mid femora with a pair of little yellow spines at base beneath. Othervise as in the male.

Length: Body, 2.5—2.9 mm.; wings, 2.8—3.2 mm.

Holotype male, allotype female and 10 paratypes, 5 males and 5 females; Tsushima, Okayama City, July 15—20, 1959, reared from *Inazuma dorsalis*.

Other specimens examined: HONSHU: Miyagi Pref. (Sendai); Saitama Pref. (Urawa); Kyoto Pref. (Kizu); Osaka Pref. (Hirakata, Moriguchi, Ikeda); Okayama Pref. (Okayama, Kanagawa, Tsuyama). SHIKOKU: Tokushima Pref. (Tokushima, Fukui, Mugi).

Distribution: Japan (Honshu, Shikoku).
Host: *Inazuma dorsalis* (Motschulsky) (Hom. : Deltocephalidae).

3. **Alloneura itoi** n. sp.

(Figs. 2 A-E)

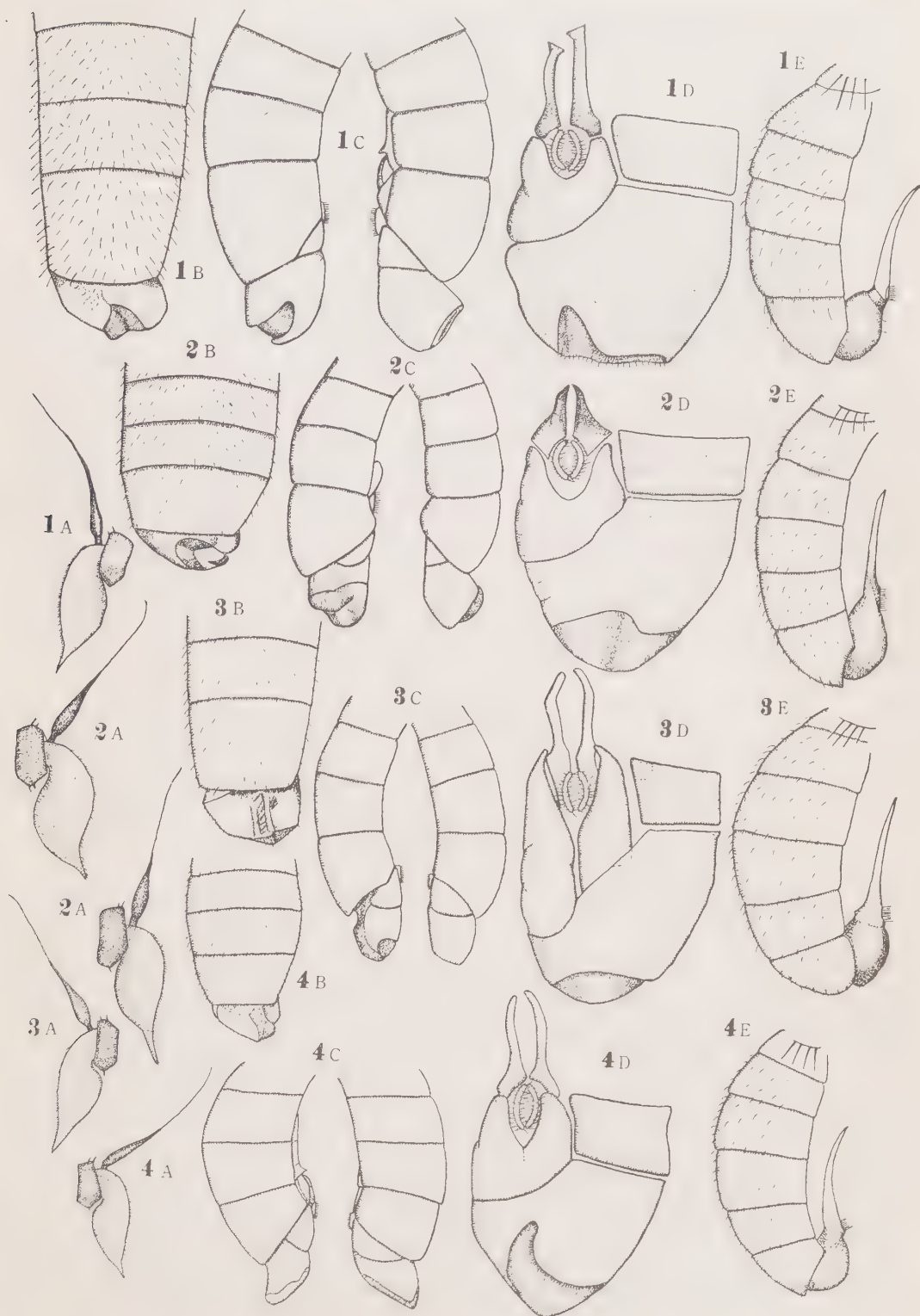
This species related to *A. kuthi* (Aczél) in having the outstanding postero-ventral cilia on the hind femora and the black colord tarsi, also in havng the genitalia with a large apical depressed area. It is distinguished by the ninth tergit of the male genitalia without a longitudinal groove on midline from a ventral view, the claspers broad triangular in outline, also the female ovipositor extending to base of the third abdominal segment and the piercer only one and one fourth times as long as the base, instead of the ovipositor extending to the base of the second abdominal segment and the piercer twice the length of the base.

Male. Head: Front and face silvery pubescent, the former with longitudinal groove at middle; eyes jointed for about one half the length of the frontal triangle; occiput gray on the side and below, black above. Antennae (Fig. 2 A) black, third segment darty yellow to brown, rather long acuminate; bristles of second segment short and weak; arista all black. **Thorax**: Subshining black in ground color, slightly dusted with brown on dorsum; pleurae black without dusting; metanotum without transverse groove, grayed on the side. Humeri yellow and halters yellow-white with brown stems. Anterior lateral margins of mesonotum with a row of rather strong pale hairs, dorsocentral hairs and scutellars weak. **Legs**: Black, only extreme apices of femora and bases of tibiae yellow, tarsi all black but inner side of each segments somewhat yellow. Front femora each with a pair of weak pale flexor bristles near the base below; middle coxae with moderately strong apical bristles above; hind femora with outstanding a row of cilia on postero-ventral side. Hinde trochanters normal, without spinous bristles, only whith small weak hairs. **Wings**: Hyaline, third costal section one half the length of the fourth, fifth section one and one third times as leng as the third and fourth combined; crossvein *r-m* situated at or slightly beyond the middle of discal cell and located at the middle between the ends of veins first and second; last section of fourth vein strongly curved; crossvein *m-cu* about equal in length of the last section of the fifth vein; the petiole of the cubital cell is three times as long as the *r-m* crossvein. **Abdomen**: Subshining black, first tergum and lateral side of each segments lightly gray dusted; braodest at posteriore edge of second segment. First tergum with a row of long pail hairs, abdomen otherwise with very sparsly minute hairs. **Genitalia** (Figs. 2B—D); From a dorsal view, evenly compressed to the right, one half the length of the fifth abdominal segment; a large membranous area across the entire tip of eighth segment from the base; seventh segment not visible. From a ventral view, the membranous area on apical one third of the eighth segment; the ninth segment as long as wide, rather deep U-shaped cleft for almost half its length on hind margin; the claspers almost symmetrical, braod and triangular in outline (Fig. 2 D). The cerci are normal.

Explanation of Figures

Fig. 1. *Alloneura inazumae* n. sp.
Fig. 2. *A. itoi* n. sp.
Fig. 3. *A. coquilletti* (Kertész)
Fig. 4. *A. sylvatica* (Meigen)

A. male antenna; **A′.** femal antenna; **B.** end of male abdomen. dorsal; **C.** end of male abdomen, lateral; **D.** male genitalia, ventral; **E.** female ovipositor, lateral.

1B
1C
1D
1E
2B
2C
2D
2E
1A
3B
2A
3C
3D
3E
2A
4B
3A
4C
4D
4E
4A

Length; Body, 2.4—2.8 mm.; wings, 2.8—3.0 mm.

Female. Ovipositor (Fig. 2 E): Base globose, shining black; the piercer yellow, one and one fourth the length of the base, reaching to the base of the third abdominal segment, slightly undercurved or straight. Front broader than face and sunken in the middle, silvery pubescent, shining black before anterior ocellus. Third antennal segment (Fig. 2A′) more slender and lighter color than in the male, and with long acumination about one half the length of the segment. Anterior corner of mesonotum and lateral side of each abdominal segments more grayed than in the male. Fore and mid femora with a pair of little spines on the base beneath; tarsi of hind legs more flattened and broad than in the male. Otherwise like the male.

Length: Body, 2.3—2.6 mm.; wings, 2.4—3.2 mm.

Holotype male, allotype female and 6 paratypes, 3 males and 3 females; Tsushima, Okayama City, October 28, 1958, collected in paddy-fields.

Other specimens examined: Osaka Pref. (Moriguchi); Okayama Pref. (Okayama, Kanagawa).

Distribution; Japan (Honshu).

Host: Unknown. I have an oppinion that this species may have some host relations to *Psamotettix striatus* (Linné), becouse this species very often associated with this leafhopper. Dissecting this leafhoppers collected in paddy-fields, I have had a dorilaid larva, which cannot be determined the species by the larval characters. Except for the paddy-fields, I also have observed vast numbers of this species in the onion seed bed in association with this leafhoppers.

The species name is dedicated to Dr. S. Ito, of the University of Osaka Prefecture, to whom the author is much indebted for the loan of many valuable materials of the family.

4. **Alloneura coquilletti** (Kertész).

(Figs. 3 A—E)

Pipunculus coquilletti Kertez (1907), Ann. Mus. Nat. Hung., 5: 582

Tömösvaryella coquilletti Hardy (1943), Kansas Univ. Bull., 29 (1): 159—160, P1. 15, figs. 88 a—g

Tömösvaryella coquilletti Aczèl (1944), Ann. Mus. Nat. Hung., 37: 119—125, Pl. 5, figs. 14—15, Pl. 6, figs. 5—8, 11.

This is the first record from Japan and good agrees to the above mentioned foreign descriptions.

Male. Head: Eyes jointed about one half the length of the frontal triangle; front and face silvery; occiput gray on side and slightly brown above. Third antennal segment (Fig. 3 A) brown to black, acuminate, the bristles of second segment weak. **Thorax**: Mesonotum shining black in ground color, faintly brown dusted; pleurae black, undusted; metanotum dusted gray, without transverse furrow. Dorsocentrals and bristles of the anterior margins of mesonotum rather developed, scutellars very weak. Humeri and halters yellow. **Legs**: Chiefly black, extreme apices of femora and tibiae, base of tibiae and basal four subsegments of tarsi yellow. Fore femora with a pair of weak spines near the base beneath. Hind trochanters normal, with distinct four to five spines. **Wings**: Hyaline, third section of costa one half the length of the fourth, fifth section more than twice the length of the third and fourth combined; crossvein *r-m* on the middle of discal cell and situated at the middle between the ends of veins first and second; ultimate section of fourth vein gently curved; last section of fifth vein shorter than the *m-cu* crossvein. **Abdomen**: Shining metallic black, side almost parallel from

the second to the fourth segment; abdominal bristles sparse and small. **Genitalia** (Figs. 3 B—D) From a dorsal view, evenly compressed to the right, about three fifth the length of the fifth abdominal segment; a longitudinal groove on the right side connected with a small round apical depression. From a ventral view, membranous area on apical one fifth of the eighth segment; the ninth segment distinctly elongate, two times as long as wide, very deep V-shaped cleft on hind margin and distinct longitudinal groove divides the ninth segment for two pieces. The claspers long, slender, gently curved, bluntly pointed (Fig. 3 D). The cerci are normal.

Length: Body, 3.2—3.4 mm.; wings, 3.1—3.7 mm.

Female. Ovipositor (Fig. 3 E): Base shining black, slightly pubescent with micro piles on posterior side; the piercer yellow, about one and one half the length of the base, straight or very slightly undercurved, reaching to posterior margin of the second abdominal segment. Front broad, slightly concave longitudinary. Front and mid femora with a pair of spines near base below. Otherwise like the male.

Length: Body, 3.0—3.2 mm.; wings, 2.5—2.8 mm.

Specimens examined: Approximately one hundred specimens, both sexes, from the following localitis; Yonezawa, Yamagata Pref., July 26—28, 1955 and August 15, 1954; Daisenji, Tottori Pref., July 25, 1956; Kyobotawa, Okayama Pref., July 23, 1954; Kanba, Okayama Pref., Jun 20, 1957; Kanagawa, Okayama Pref., September 30, 1956; Okayama City, October 2, 1955.

Distribution; Japan (Honshu), Europe, Alaska, North America.

Host; Unknown in Japan, also in any part of the distributional area.

5. **Alloneura sylvatica** (Meigen).

(Figs. 4 A—E)

Pipunculus sylvaticus Meigen (1824), Syst. Beschr., 4: 20, 3.
Pipunculus sylvaticus Becker (1897), Berl. Ent. Zeit., 42: 83 84, Pl. 2, fig. 16; (1900), Berl. Ent. Zeit., 45: 236; (1920), Wien Ent. Zeit., 38: 164.
Pipunculus sylvaticus Collin (1920), Ent. mon. Mag., 56: 274.
Pipunculus sylvaticus Lundbeck (1922), Dipt. Dannica 6: 56—57, figs. 26—27.
Dorylas sylvaticus Sack (1935), in Lindner, Die Fliegen der Pal. Reg., Lief. 93, Fam. 32. Dorylaidae, p. 20, Pl. 3. fig. 31.
Tömösvaryella sylvatica Hardy (1943), Kansas Univ. Sci. Bull., 29 (1): 180—181, Pl. 17, figs. 102 a—f.
Tömösvaryella sylvatica Aczél (1944), Ann. Mus. Nat. Hung., 37: 116—119, Pl. 5 figs. 13, 15, Pl. 6, figs. 1—4.

This is the first record of this species from Japan. Except the smaller size, these Japanese speciemns are well fit to the above cited foreign descriptions. This small size may comes from its host relations.

Male. Head: Eyes jointed for about one third the length of the frontal triangle; front and face silvery; occiput gray on the side, black on the above. Third antennal segment (Fig. 4 A) brown, short acuminate; bristles of second segment weak. **Thorax**: Subshining black, faintly dusted; metanotum grayed and without transverse furrow. Dorsocetrals, marginal hairs of mesonotum and scutellars rather developed. Humeri and halters yellow. **Legs**: Extreme apices of femora, basal one third of tibiae and apices of tibiae are yellow, basal four subsegments of tarsi are yellow-white. Front femora with a pair of minute spines on base beneath; middle coxae with patches of strong bristles on apices below. Hind trochanters with four to five strong black spines of their

undersides. **Wings**; Hyaline, third costal section about one half the length of the fourth, fifth section more than twice the length of the third and fourth combined; *r-m* crossvein slightly before the middle of the discal cell and under the middle between the ends of the veins first and second; ultimate section of fourth vein slightly curved; *m-cu* crossvein slightly longer than the last section of the fifth vein. **Abdomen**: Subshining black, faintly dusted; side parallel, about the same width from the first to the fourth segment. Abdominal hairs sparse and small, rather densly and long on hind margines of fourth and fifth segment. **Genitalia** (Figs. 4 B—D): From a dorsal view, slightly compressed to the right, about two third the length of fifth abdominal segment; a median groove on the right side connected with an apical depression. From a ventral view, apical membranous area extends one half the length of the eighth segment; the ninth segment as long as wide, rather deep V-shaped cleft which extends to the middle of segment on hind margin, on the top of this concave with a short groove. The claspers are symmetrical, elongate, slender, as long as the length of ninth segment and yellow-red in color. The cerci are normal.

Length: Body, 2.6 -2.8 mm.: wings, 2.6—3.0 mm.

Female. Ovipositor (Fig. 4 É): Base globose, shining black; the piercer about twice the length of the base, distinctly undercurved, extends to the posterior magin of the second abdominal segment. Front chiefly silvery with only extream upper portion, just below vertex, shining black; third segment of antennae more yellowish in color than in the male. Fore and mid femora with a pair of distinct spines near base of beneath. Otherwise like the male.

Length: Body, 2.4—2.6 mm.; wings, 2.9—3.0 mm.

Specimens examined: 38 males and 43 females, from May to November, 1958, Tsushima, Okayama City, collected in paddy-fields.

Distribution; Japan (Honshu), Europe, Ussuri, North Africa, North America.

Host: Unknown in Japan. The sole host record is *Psamotettix striatus* (Linné) reported by Zazhurilo and Situikova (1940, C. R. Acad. Sci. URSS (N. S.), 29: 429—432) from Voroncah, URSS. This leafhopper is also a familiar one in Japan as an injurious species of the various crops such as the rice-plant, wheat, barley, sugar beet, potato, etc.

6. **Eudorylas cruciator** (Perkins).

Pipunculus cruciator Perkins (1905), Hawaiian Sugar Planters Assoc. Exp. Sta. Bull., 1 (4): 137-138, P1. 5. figs. 1, 6, P1. 7. figs. 1, 6, 7,.

Dorylas ? cruciator Kertész (1912), Ann. Mus. Nat. Hung., 10: 296—297.

Dorilas (Eudorylas) cruciator Koizumi (1959), Sci. Rep. Fac. Agric. Okayama Univ., No. 13: 41—43, figs. 3 a-f.

Distribution: Japan (Honshu, Shikoku), Formosa (Koshun), Australia (Cairns).

Host: *Nephotettix cincticeps* Uhler in Japan, *Hecalus* sp. and an undetermind species of Jassidae in Cairns, Queensland.

7. **Eudorylas tsuboii** Koizumi.

Dorilas (Eudoylas) tsuboii Koizumi (1959), Sci. Rep. Fac. Agric. Okayama Univ., No. 13: 40—41, figs, 1 a-f.

Distribution: Japan (Honshu, Shikoku).

Host: *Nephotettix cincticeps* Uhler.

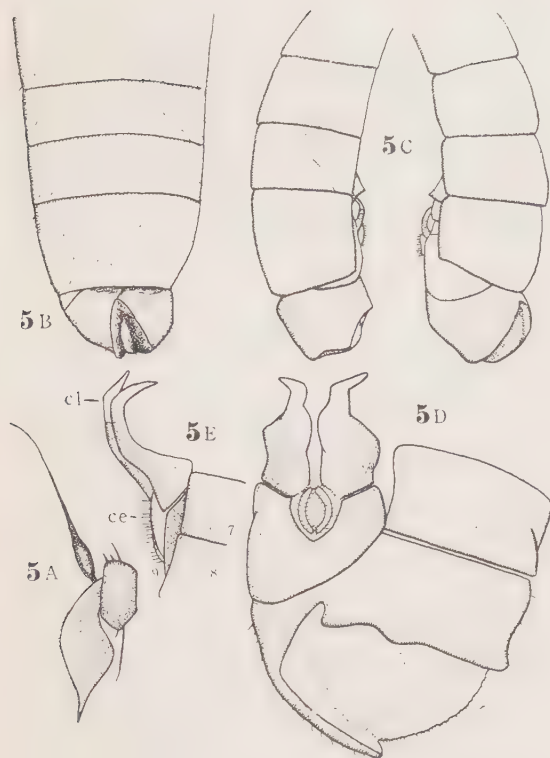



Fig. 5. *Eudorylas orientalis* Koizumi, Male

A. antenna; **B**. end of abdomen, dorsal; **C**. end of abdomen, lateral; **D**. genitalia, ventral; **E**. clasper, lateral (cl. =clasper, Ce. =cerci, 7. 8. 9. =7. 8. 9 tergit)

8. Eudorylas orientalis Koizumi, Male.

Dorilas (*Eudorylas*) *orientalis* Koizumi (1959), Sci. Rep. Fac. Agric. Okayama Univ., No. 13 : 43—44, figs. 4 a-c. (Female).

Known only the female and the following is the first description of the male. This species was originally considered allied to *E. unicolor* (Zett.) and *E. ruralis* (Meig.) basing only on the female characters. But with the considerations of the male characters, it is now clear that the species is more closely related to *E. pratorum* (Fallén). And it differs by the third costal section of the wings about twice the length of the fourth, instead of equal or slightly shorter; by having the mainly black legs, instead of the mainly yellow legs; by the male genital structures; also by having the female ovipositor extending to about the base of the third abdominal segment and the piercer about twice the length of the base, instead of being rather short and reaching scarcely past the base of the fifth abdominal segment and the piercer about epual the length of the base.

Male. Head: Eyes jointed for about the length of the frontal triangle; front and face gray pubescent, the former black on the median swelling; occiput gray on the side and below, brown to blackish above. Antennae (Fig. 5 A) black, third segment rather long acuminate; second antennal segment with one long and one or two shorter bristles below. **Thorax**: Mesonotum black in ground color, densely brown pollinose except for gray anterior corners; pleurae and metanotum gray. Metanotum evenly convex, without a transverse furrow. Propleura bare, without a fan of hairs. Humeri dirty yallow and halters brown with pale stems. Dorsocentrals and marginal scutellar hairs weak. **Legs**: Chiefly black, extreme apices of femora, base of tibiae and basal four subsegments of tarsi are dirty yellow. Apical bristles of front and mid tibiae are not so distinct as in the female. Middle coxae with a row of black bristles at apices above and anterior surface of middle trochanter with two or three rather strong black hairs. Hind tibiae with a short erect bristle on the outer side of the swollen portion near the middle. **Wings**: Hyaline, stigma brown and filing all of the third costal section. Third costal section about twice the length of the fourth, fifth section one and one third times as long as the third and fourth combined; crossvein *r-m* situated at basal one third of the discal cell and just below the end of subcostal vein. Last section of the fourth vein straight or nearly so; ultimate section of the fifth vein slightly shorter than the *m-cu* crossvein. **Abdomen**: Color is largely velvet black, gray on sides and with gray fasciae across posterior margins

of segment two to five, these are interrupted in middle on terga two to four; abdominal hairs obscure. **Genitalia** (Figs. 5 B—E): From a dorsal view, about three fourth the length of the fifth abdominal segment; a distinct membranous depression extending vertically across the entire tip of eighth segment this area runs almost to base; seventh segment visible. From a ventral view the membranous area extends to almost hind margin of eighth segment; the ninth segment slightly wider than long, with a U-shaped cleft on hind margin which extends about the middle of the segment. The claspers, irregular, but rather symmetrical, curved on both margins and narrowed apically (Fig. 5 D), from a lateral view strongly upcurved (Fig. 5 E).

Length: Body, 2.5—2.8 mm.; wings, 3.0—3.3 mm.

Allotype male, Tsushima, Okayama City, June 29, 1959, collected in paddy fields, 10 male paratypes, same as type.

Other specimens examined: HONSHU: Miyagi Pref. (Sendai); Nigata Pref. (Kamimura); Shizuoka Pref. (Shizuoka); Kyoto Pref. (Yamashina): Osaka Pref. (Hirakata); Okayama Pref. (Okayama, Takahashi, Gokei, Kanagawa). SHIKOKU: Tokushima Pref. (Tokushima, Kuwano, Mugi).

All the types are preserved in the Entomological Laboratory, Okayama University.

摘　　要

本報ではイナズマヨコバイに寄生するアタマアブを記載し，あわせて水田に棲息するアタマアブ類について総覧した．現在8種の本類が水田に活動しているのがみられるが，その4種は前報に述べたツマグロヨコバイに寄生するものであり，他の2種は新種，2種は本邦未記録のもので，次の如くである．

1. *Alloneura oryzaetora* (Koizumi)　ツマグロツヤアタマアブ　(寄主：ツマグロヨコバイ)
2. *A. inazumae* Koizumi　イナズマツヤアタマアブ　(寄主：イナズマヨコバイ)
3. *A. itoi* Koizumi　イトオツヤアタマアブ　(寄主：不明)
4. *A. coquilletti* (Kertész)　コキレツトツヤアタマアブ　(寄主：不明)
5. *A. sylvatica* (Meigen)　ナミツヤアタマアブ　(寄主：不明)
6. *Eudorylas cruciator* (Perkins)　ツマグロキアタマアブ　(寄主：ツマグロヨコバイ)
7. *E. tsuboii* Koizumi　ツボイアタマアブ　(寄主：ツマグロヨコバイ)
8. *E. orientalis* Koizumi　ツマグロヒメアタマアブ　(寄主：ツマグロヨコバイ)

妊娠期におけるモルモットの骨盤の弛緩

和田　宏，湯原正高

Relaxation of Pelvis of the Guinea Pig during Gestation Period.

Hiroshi Wada and Masataka Yuhara

1) In Radiograms of pelves of guinea pigs taken at various stages of pregnancy and postpartum period, four distances as shown in Fig. 1 were measured, and from the results of these measurments, morphological changes of pelvis of the guinea pig during the period of gestation were discussed.

2) Increase of the shortest distance between the exteriors of ilia during pregnancy was smaller than those in other three distances, and this distance was almost constant except several days before and after parturition. On the other hand, rate of increase in the distance between facies symphyseos was greater markedly than those in other three distances. During only several days before and after parturition, the distance between the hind parts of ischia was greater than that between the fore parts of ischia, and in other time, however, the former was shorter than the latter.

3) It seemed that the lower cross diameter of pelvis increased markedly in size with the advance of pregnancy, though upper cross diameter is almost constant. From these results, it was also seemed that relaxation of the sacro-iliac joints scarcely occur during the pregnancy in the guinea pig.

4) Separation of pubic bones of the guinea pig was detected about the begining of the fourth week of pregnancy, and this time coincided with the time reported by Zarrow (1947) when relaxin appears in the blood of pregnant guinea pig.

5) The extrem separation which only occurs shortly before parturition and in the process of delivery decreased fairly rapidly, and the symphysial region attained stable condition within 2 or 3 weeks. However, the symphysis in the guinea pig after parturition never returned to the virginal condition. The pubis symphysis had a tendancy to separate slightly again around 16th day after parturition. This suggests a resumption of estrogen secretion, as one estrous cycle in the guinea pig averages 16.5 days.

緒　　言

モルモットの骨盤の形態に関し幾つかの報告（Duncan, 1854; Bland-Sulton, 1911; Champneys, 1911）があり，妊娠末期に於ける骨盤靱帯の弛緩および骨盤の著しい離開が観察されている．Geomyidae などでは骨盤の形態に性的差異があり雄は恥骨の正常な関節を形成しているが，雌では縫合の形成せられた閉鎖骨盤と然らざる骨盤すなわち開放骨盤の２様のものが知られている（Chapman, 1919）．モルモットでは完全な動[illegible]いる広い間隙な恥骨の関節縫合をもっていることが Todd[1] により報告せられた．また，Hisaw[2] は妊娠家兎の血清や胎盤の抽出物の注射によりモルモットの骨盤の実験的弛緩を生ぜしめた．モルモットの他にマウスなども妊娠中は勿論のこと，発情期に於てさえも恥骨の弛緩を生ずる[3]．しかしながらその変化は動物の種類によつて異り一様ではない．筆者等はリラキシンの研究の初めに於てモルモットの骨盤の妊娠および分娩に伴う変化をレントゲン撮影により観察したので，ここに報告する．

I. 実験材料ならびに方法

当教室で飼養した成熟雌モルモット12頭を供試したが妊娠例数にして19例であった．これらの動物は個体によつても異るが妊娠前には1ケ月から分娩後2ケ月に至る期間内の種々な時期に研究に用いられた．一般には1週間乃至10日くらいの間隔で骨盤のレントゲン撮影を行つたが分娩前後の時期には比較的短かい間隔日数ごとに撮影した．その中，第1産の妊娠中および分娩後に撮ったものは80例，第2産の妊娠中および分娩後に撮影し観察したものは55例であった．以上の他に対照として未経産の成熟雌モルモット16頭を供試した．

撮影に当つては，レントゲンの焦点の直下 55cm の距離に置いたカゼット上にモルモットを載せ垂直に照射して撮影した．この時，モルモットの背部を軽く圧し恥骨部が水平にカゼット面に接するような姿勢に保つた．この姿勢に於ては骨盤底部とフイルム面との距離は略々0.5cm 以下と考えられるので，骨盤底部と骨盤上壁に於ける像の拡大率の差は測定誤差の範囲内のものとなる．骨盤のレントゲン写真像につき1/20mm のバーニヤ付キャリパーで次の4径（第1図）を計測した．

A：腸骨外側間最短距離

B：恥骨結合面間距離（結合面の前隅角に近い部分にて計測）

C：坐骨前部間距離（髖骨臼縁の直後外側にて計測）

D：坐骨端外側間距離

供試動物の妊娠期間は膣栓発見の日から計算して1,2日程度の差のある場合もあったが妊娠期間は一様に65日として扱った．然して分娩日を基準にし，これから逆算して妊娠日数を示したので実際の妊娠日数とは1,2日の違いのある場合もあることになる．

前述の諸径の他に1.2の径を計測したが姿勢に基づく差異が大きかつたので，それらの計測値は採らなかつた．またレントゲン撮影の他に透視を行い，また触診を行つて観察の補助とした．

Fig. 1. Dorsal view of pelvis of the guinea pig and distances measured.

A : Shortest distance between the exteriors of ilia

B : Distance between the facies symphyseos (measured at the fore corner of symphysis)

C : Distance between the fore parts of ischia (measured just at the hinder part of acetablum margin)

D : Distance between the hinder parts of ischia (measured at the exteriors of hinder end of ischia)

II. 成績および考察

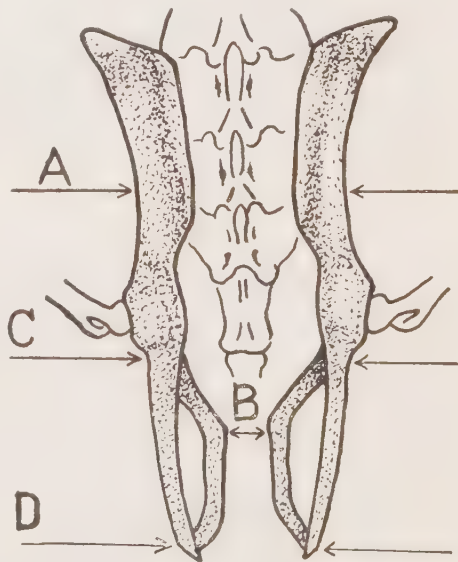
妊娠前の処女モルモット，妊娠中および分娩後のモルモットの骨盤のレントゲン像を示せば第4図乃至第11図の如くであるが妊娠に伴う恥骨離開の状態が略々明らかに観察せられる．Zarrow[4] はモルモットでは妊娠21日頃，血清中にリラキシンが見出され，その量は急激に増加して妊娠28日には血清 1 ml 当り 0.5GPU になり妊娠末期までこの量が維持せられ，分娩後は急減すること，またリラキシンが血清中に現われる時期に恥骨縫合の弛緩の触知が可能になることを報告している．

本研究に於ても妊娠4週目には恥骨縫合の離開が稍々明らかになつているが，この時期には既にリラキシンの分泌が量を増しているものと考えられる．骨盤の弛緩の程度の弱いものでは触診では弛緩を認め得るにもかかわらずレントゲン写真像では充分明らかにそれを観察し難いこともあつた．これは本研究では Talmage and Garrett[5] が行なつた如くに骨盤の離開を明らかにする為の特別の牽引または張力を加えなかつたことにもよるが，特に弛緩の初期に於てはレントゲン写真像の観察および計測値のみからは弛緩の判定は困難である．

Fig. 2. Interpubic distance and the shortest distance between exteriors of ilia at various stages of gestation in guinea pigs.

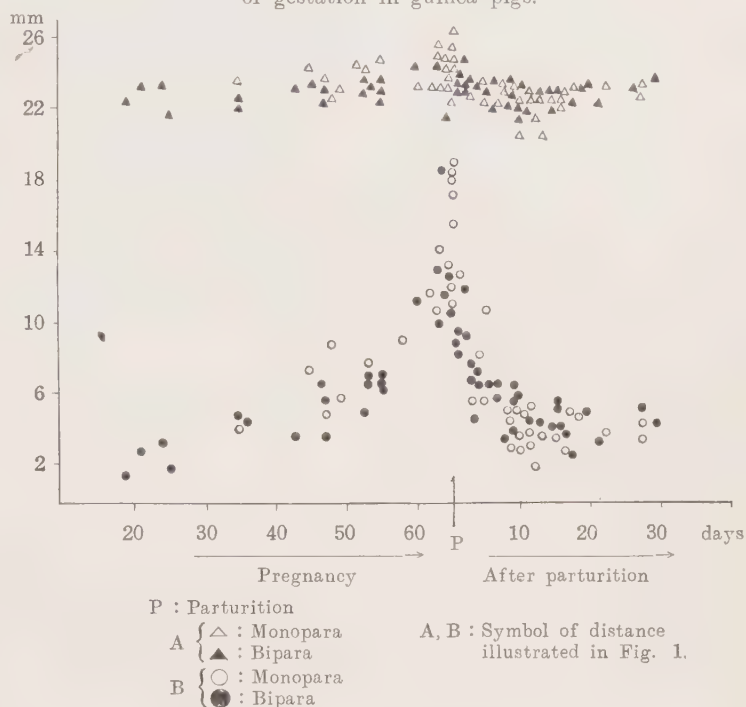



Fig. 3. Distance between fore parts of ischia and distance between hinder parts of ischia at various stages of pregnancy in guinea pigs.

1）妊娠中および分娩後に於ける腸骨間最短距離と他の径の関係

妊娠中および分娩後の骨盤の各径の測定値を図示すれば第2図および第3図の如くである．また，腸骨外側間最短距離に対する他の各径の比率を一括して第1表に示した．

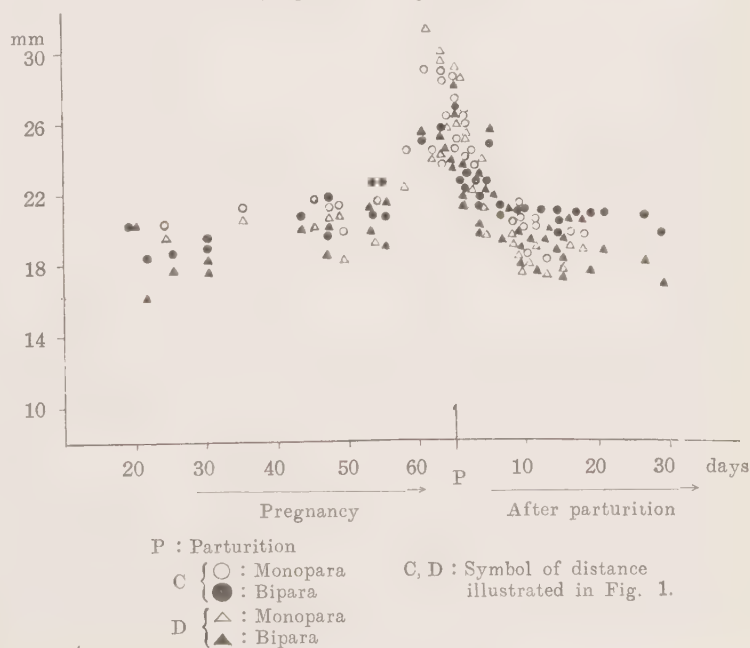
これに対し成熟処女モルモットの骨盤の各

径の計測値は第2表の如くであつて腸骨外側間最短距離は略々20mmであり，恥骨縫合面間距離

Table 1. Ratios of the measured distances showing separation of pelvic bones during pregnancy and after parturition of guinea pigs.

	Stage of gestation in days	Primipara				Bipara			
		Nos.	B/A	C/A	D/A	Nos.	B/A	C/A	D/A
Pregnancy			%	%	%		%	%	%
	15	1	9.1	95.4	88.3	0	—	—	—
	19	0	—	—	—	1	6.3	90.6	90.5
	23	1	13.7	86.7	83.8	2	10.4	81.9	76.6
	30	1	18.6	86.4	83.3	0	—	—	—
	36	1	24.0	88.8	81.8	0	—	—	—
	44	4	24.6	91.7	88.5	2	25.4	88.4	81.3
	49	3	31.7	92.4	94.2	0	—	—	—
	53	2	27.5	91.0	87.4	3	25.4	92.5	86.3
	55	1	30.6	96.8	87.5	3	28.4	93.9	87.1
	58	1	36.3	97.9	91.5	0	—	—	—
	61	3	61.5	114.3	116.8	1	46.0	103.7	93.4
	63	3	66.2	114.8	121.2	3	47.1	104.9	105.7
	P	10	65.1	109.9	112.3	4	48.9	109.9	115.2
After parturition	1	5	46.0	104.0	101.3	4	36.0	97.8	91.3
	2	3	34.5	93.9	92.7	5	28.3	94.1	92.9
	4	3	27.5	90.9	87.9	3	33.6	100.7	100.8
	6	0	—	—	—	4	27.7	92.9	83.9
	9	8	18.3	91.7	86.6	3	22.6	91.2	83.1
	11	4	17.1	86.5	82.4	2	19.3	92.3	87.1
	13	2	11.5	90.2	87.7	1	18.2	89.5	85.0
	15	3	14.7	87.8	84.2	5	19.9	87.9	81.8
	17	3	20.0	90.8	84.0	2	14.3	90.5	91.5
	20	2	15.7	90.6	81.1	1	21.2	88.8	74.2
	28	2	20.4	89.6	85.8	2	19.7	85.4	73.8
	47	1	7.9	80.1	73.0	0	—	—	—
	58	1	8.9	84.8	85.8	0	—	—	—
	63	1	17.3	86.8	80.5	0	—	—	—

P : Parturition
A, B, C, D : Symbol of distance illustrated in Fig. 1.

Table 2. Length of the measured distances of pelvic bones of adult virgin guinea pigs (16 animals).

Distance	Mean±S. E.	Max.	Min.	Ratio to A
	mm	mm	mm	%
A*	20.0±0.2	21.2	18.3	—
B	1.1±0.06	1.5	0.9	B/A 5.7
C	16.7±0.1	17.9	15.8	C/A 83.8
D	15.1±0.3	17.9	13.6	D/A 75.5

* A, B, C, D: Symbol of distance illustrated in Fig. 1.

は略々1mmである．これらを比較してみると妊娠，分娩に伴い最も大きな変化を受けるものは恥骨縫合面間距離で，その最大値は処女の場合の略々20倍である．坐骨前部間距離および坐骨外側間距離の増大がみられるが，その程度は非常に小さい．

腸骨外側間最短距離は妊娠，分娩の過程に於て殆んど変化しなかつた．この径は個体の大小によつても異なるが供試動物のそれらは19.7mm乃至27.0mmの範囲内にあつた．この腸骨外側間最短距離の産次別の平均値および標準偏差を第3表に示した．また産次に関係なく1産および2産のすべてのモルモットの腸骨外側間最短距離について，便宜上4つに区分した妊娠および分娩後の時期，すなわち妊娠40日まで，それより分娩まで，分娩後5日まで，および以後60日までの4期に於ける夫々の平均値，さらにそれらの総平均値も同表に示した．また分娩当日に於て，分娩直前の平均は23.2mm（2例）分娩直後の平均は23.5mm（12例）であり，分娩前および後2日目の平均は夫々23.0mm（2例）および24.4mm（5例）であつた．

Table 3. Averages of the shortest distance between the exteriors of ilia during gestation in guinea pigs.

Group		No. of cases	Average distance Mean ± S. D.
			mm
No. of pregnancies	Primipara	80	23.2±1.4
	Bipara	55	22.9±0.7
stage of gestation *	15 days — 40 days of pregnancy	12	22.6±1.2
	41 days — Parturition	35	23.7±1.0
	Parturitoin — 5 days post partnm	37	23.5±1.2
	6 days — 60 days post partum	51	22.5±0.8
	Total	135	23.0±1.2

* Combined data of the above primipara and bipara.

次に各個体の妊娠中および分娩後の全供試期間に於ける腸骨外側間最短距離の変化すなわち最大値と最小値の差は0.5mm乃至3.3mmであり，多くのものに於ては略々2.0mmであつて，平均値は2.1mmであつた．

斯くの如く，腸骨外側間最短距離は測定した他の諸径に比し変化が非常に少なく妊娠時期および産次による差も非常に少ない．またこの径は胎仔娩出の極く短かい期間を除けば殆んど恒常的の値を示すことを知つた．これらの結果から各測定諸径の変化をみる為に，骨盤の各撮影像に於て腸骨外側間最短距離に対する各径の比率（第1表）を求め，これにより骨盤の各部位の相対的関係および骨盤の形状の変化を考察する助けとした．

2）妊娠，分娩による恥骨の離開

妊娠，分娩に伴う恥骨間隙の著しい離開は前述の如くであるが，分娩日を中心に前後各2日すなわち計5日間に於ける恥骨結合面間距離およびそれの腸骨外側間最短距離に対する比率を産次別に第4表に掲げた．

これによつてみると1産および2産に於て恥骨間隙は略々15mmおよび10.5mmであつた．胎仔が産道通過の際はこの離開は一層大きくなるものと思われるが，何れにしても妊娠末期の状態に於て恥骨結合面は10mm以上離開している．腸骨外側間最短距離に対する恥骨間隙距離の比率（B/A）は処女モルモットの場合5.7（第2表）であつたが，1産の場合は最高66で平均61.7，2産の場合は最高49で平均43.8であつた．この比率は妊娠回数や胎仔数などによつても異なるも

Table 4. Averages of interpubic distances of guinea pigs during 5 days covering 2 days before and after parturition.

No. of Pregnancies	No. of Cases	A* Mean ± S. E.	B Mean ± S. E.	B/A
		mm	mm	%
Primipara	18	24.3±0.3	15.0±0.8	61.7
Bipara	10	23.5±0.3	10.5±0.5	44.7

* A, B : Symbol of distance illustrated in Fig. 1.

のと思われるが，2産の場合よりも1産の場合が大きい傾向がある．これは骨盤の発育の結果，2産に於ては骨盤腔が比較的大きくなつており恥骨部を圧迫開張する程度が小さいためと推察される．

3) 恥骨の離開の分娩後の復旧

離開した恥骨は分娩後，日数の経過と共に次第に旧位に復し，恥骨結合面間の距離は小さくなつた．恥骨の離開が復旧するに要する日数は，個体によつて異り一概には云えないが10日乃至20日の間のものが大多数で分娩後15,6日で恥骨間隙は小さくなつてくるようであつた．しかしながらこの場合の復旧は完全ではなく，その恥骨間隙は1産の場合平均 2.9mm であり2産の場合は略々3.9mm であつて，共に処女モルモットの恥骨間隙の大きさである略々1.1mm に還らない．然して分娩後15,6日を過ぎると恥骨間隙は極く僅かに大きくなる傾向さえもうかがわれる．モルモットの性週期は一般に15,6日と云われており STOCKARD は16.5日としているが[1]，何れにしても経産モルモットの恥骨復旧に要する日数と性週期が一致している．これからすると分娩後，15,6日で軽微ながら恥骨の再離開が認められることは，性週期に伴うエストロゼンの分泌昂進と関連しているものと推察される．

かくの如く経産で産次を重ねるにつれて骨盤は完全に開いたままの所謂，開放骨盤として残るものと思われる．

4) 妊娠分娩に伴う骨盤横径の推移

妊娠3週後から離開し始めた恥骨の間隙は妊娠の経過と共に大きくなり，妊娠末期にはそれが急に著るしくなり，骨盤下壁が特に広くなる．一般に坐骨端間距離は髋骨臼縁直後で測つた坐骨前部間距離よりも小さいが，分娩前数日のみは逆に坐骨端間距離が大きくなつた．これは，分娩直前は腹圧の増加ならびに発育した胎仔，胎膜の一部が骨盤腔を圧して坐骨端の方が大きく開くものと考えられる．このことは前述した如く腸骨外側間距離が恒常的大きさを保つていること，および TODD[1] の報告によるところの妊娠中モルモットの仙腸関節に殆んど変化が起らないことからも考えられることである．然して分娩過程に於て胎仔の産道通過中は坐骨端間距離は一層大きくなるものと思われる．分娩完了と共に離開した骨盤は旧位に復し始め，坐骨端間距離は坐骨前部間距離よりも小さくなり次第に正常状態に復する．

牛などでは分娩に際し骨盤は充血，浸潤により仙腸関節の結合は弛緩して可動性となり，仙骨は挙上せられて著しく斜径が増加し，上横径もまた大きくなるが，下横径は骨盤結合の化骨不充分なる幼獣に限り多少圧開せられるに過ぎないと云われている．モルモットではこの関係は逆になり骨盤の上横径はほとんど変化しないか，斜径は増加し，下横径はさらに著るしく増加することを示した．このように分娩に関与する骨盤の変化内容は動物の種類によつて異り一様ではない．すなわちモルモットなどでは発情期に於てさえも骨盤の軽度の弛緩が認められるがラッテなどでは閉鎖関節のままで分娩前後に於ける骨盤の形態的差異は認められないと云われている[1]。

以上要するに本研究に於て，モルモットでは処女動物のみが恥骨の縫合関節を有し，リラキシンが分泌されはじめると云われている時期にあたる妊娠3週末乃至4週目頃から恥骨の分離が稍々明瞭になり，妊娠5週で略々4mm，6週で6mm，8週で8mm，分娩前2日で17乃至23mm，分娩後5日で9mm，9日で4mmの分離を示した．かくの如く恥骨離開は妊娠4週頃より除々に進行し，妊娠の最後の週には急に離開弛緩を示し，分娩後は比較的速やかに復旧するけれども完全に処女動物の状態にはもどらないことを知つた．

Ⅲ．摘　　要

1）妊娠および分娩後の種々の時期に於けるモルモットの骨盤のレントゲン写真につき，第1図に示した4径を計測し，それらの結果から妊娠期間に於ける骨盤の形態的変化を考察した．

2）腸骨外側間最短距離の妊娠中に於ける増加は他の3径の増加よりも小さく，分娩前後の数日を除いては殆んど一定であつた．一方，恥骨縫合面間距離の増加は他の3径のそれよりも遙かに大きかつた．坐骨端間距離は分娩前後数日間のみは坐骨前部間距離よりも大きかつたが，その他の時期に於ては前者は後者よりも小さかつた．

3）妊期の進むにつれて骨盤の上横径は殆んど変らないが下横径は著しく大きくなるように思われた．これらの結果からモルモットでは妊娠中に仙腸関節の弛緩は殆んどおこらないように思われた．

4）恥骨の離開は妊娠4週の初めに見付けられる．そして此の時期はZarrowによつて報告せられている血中にリラキシンの出現する時期と一致した．

5）分娩直前および娩出過程に於て生ずる恥骨の極端な分離は，かなり速やかに復旧し，縫合部は2，3週間以内に安定した状態になる．しかしながら分娩後のモルモットの縫合は処女の状態にはかえらない．恥骨縫合は分娩後16日前後に再び軽く分離する傾向があつた．モルモットの性週期は平均16.5日であるので，この分離の傾向はエストロゼン分泌の再開を示唆するものである．

文　　献

1）Todd, T. W.: Am. J. Anatomy, 31, 345, 1922, 23.
2）Hisaw, F. L.: Proc. Soc. Exp. Biol. Med., 23, 661, 1926.
3）Kliman, B.: Proc. Soc. Exp. Biol. Med., 81, 201, 1952.
4）Zarrow, M. X.: Proc. Soc. Exp. Biol. Med., 66, 488, 1947.
5）Talmage, R. V. N. and Garret, F. A.: Endocrinolgy, 48, 162, 1951.

Explanation of plate

Plates show separations of pubic bones of the primiparous guinea pig at various stages of gestation.

Fig. 4. Virgin,
B* : 1.5mm

Fig. 5. 23rd day of pregnancy,
B : 3.2mm

Fig. 6. 36th day of pregnancy,
B : 5.4mm

Fig. 7. 44th day of paegnancy,
B : 6.4mm

* B : interpubic distance

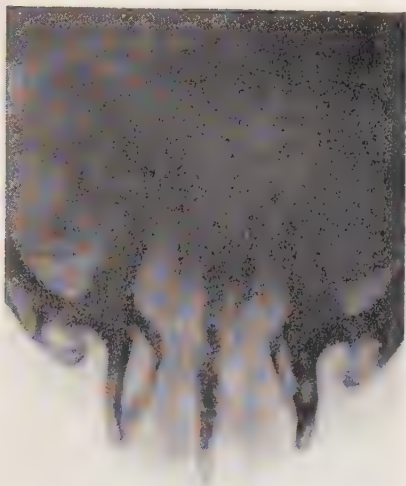



Fig. 8. 57th day of pregnncy,
B : 13.4mm

Fig. 9. 63th day of pregnancy,
B : 18.6mm

Fig. 10. 3 hours after parturition,
B : 12.0mm

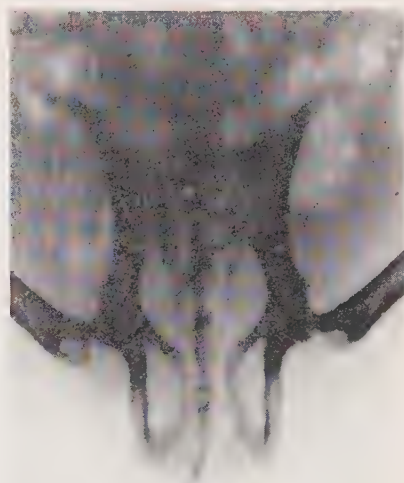



Fig. 11. 11th day after parturition,
B : 4.0mm

エンシレージの化学成分と品質に関する研究

（第5報）サイロ内部位による品質の差および二三エンシレージの成分と品質

須藤　浩・内田仙二・小牧敏郎*

Studies on the Chemical Composition and Quality of Silage.

V. On the Difference in Quality of Silage in a Silo and the Chemical Composition and Quality of Some Types of Silages.

Hiroshi SUTOH, Senji UCHIDA and Toshirô KOMAKI

In order to find the fundamental principle of the technics of silage-making and also the factors governing quality of silage, samples of the silage made at the experimental farm of this university, were analyzed.

In the first experiments corn was ensiled in a tower silo (2.5 *m* × 7 *m*), and samples of the resulted silage were taken seven times as the consumption of silage progressed. The samples from each layer were divided into two groups, the central and circumferential portions (Fig. 1). In the second experiments a mixture of corn and green soybeans was ensiled in the silo and samples of the resulted silage were taken from three parts, *i. e.* the top, the middle, and the bottom layers (Fig. 2).

In each sample the chemical composition, especially the contents of organic acids, the total nitrogen and ammonia nitrogen as well as the pH value were determined in the usual manner.

It was found that the differences in quality and nutrient contents were not significant, although a slight difference was sometimes found when the resulted silage was not of good quality. In further investigation conducted with the bag sample method, also, the results were almost the same.

Small scale experiments of silage-making were carried out with "Sekishômo", *Vallisneria spralis L. var. asiatica* MAKINO, cale, alfalfa, the peel of "Hassaku", a variety of citrus, the peel of "Unshiu", *Citrus Unshiu* MAKINO, beet tops and mint feed, *i. e.* the residual of distillation of mint for obtaining menthol and mint oil.

Satisfactory silages were found to be prepared from peel of Unshiu, peel of Hassaku, cale, beet tops and mint feed, but not from Sekishômo.

The peels of Unshiu and Hassaku gave fragrant and paratable products rich in lactic acid, free of butyric acid, and of pH between 3.1 and 3.8. The silage prepared from the peel of Unshiu contained dry matter 23.35, crude protein 2.03, ether extract 0.45, N-free extract 10.08, crude fiber 0.35, and ash 0.89 per cent.

The digestibility of the protein in these silages was determined by the usual WEDEMEYER method (Table 14).

The protein of the silages prepared from cale, peels of both Unshiu and Hassaku, and beet tops possessed a satisfactory digestibility, but that of Sekishômo and mint feed did not.

* 鹿児島県立指宿高等学校 (The Kagoshima Prefectural High School at Ibusuki)

The results of the calculation of the digestibility of silage protein by three different methods, WATSON's, DIJKSTRA's, and BARNETT's, may be considered almost to agree.

緒　　言

著者らの1人[1]は，さきにサイロ内のエンシレージはそのでき上りの部位によつて，品質が一定しているかどうかを知るために，二三のサイロのエンシレージ試料について調査した．そして上層と下層・周縁部と中央部を比較した場合，差のあることもあり，また差の比較的少ないこともあることを知つたが，常に有意の差があるとはいい得ないことを報じた．すなわち品質を支配する因子として，部位によつて常に一定の結論を下し得ないことを述べた．

この問題は調製上や利用上の観点から重要であるので，著者らはその後本学部にある一サイロに調製されたエンシレージにつき，やや詳細な調査を行つたので，その結果を報告する．

また各種材料による調査試験も従来行つて報告したところであるが[2)3)4)]，その後さらに二三の材料について調製し，分析を行つたのでその結果についても報告する．

I.　サイロ内でき上り部位によるエンシレージの品質の差

A.　実験1（1956～1957年）

供試サイロは，牛舎に接着した地上式塔型サイロ（コンクリート製）で，その大きさは直径2.5m×高さ7m（8.25尺×23.1尺）である．取出口3カ所をもつている．

1956年8月20日，同一圃場から刈りとつた青刈りトウモロコシを，刈り取りと同時に集め，エンシレージカッターにて細切し，ブローワで吹きあげ，常法によりこれを5名でふみこみつつ4.55 m（15尺）だけ埋蔵し，表面にむしろを被覆して，重石を約 560 kg（150貫）のせた．

1957年3月1日これを開き，順次使用したが，開き始めるまでの沈下は 1.2 m（4尺）で，でき上り容積は約73%であつた．

上層からエンシレージを使用するに従つて，Fig. 1 のように試料を中央部および周縁部（サイロの壁より 15 cm）より，それぞれの時期に（Table 1 参照）1点ずつとり分析用に供した．試料はその部分約5 kg位とり，よく混合してその中よりさらに 1 kg をとつた．pH の測定は pH メーター（ガラス電極）を使用し，酸の定量は FLIEG 氏法をもちい，その他は常法によつて分析を行つた．

Figure 1.　Sampling in the tower silo (Corn silage).

実験結果．サイロ内中央部のエンシレージの成分と品質は Table 1 のとおりで，周縁部の成分と品質は Table 2 のとおりである．また一般成分は Table 3 に示した．

この結果は，でき上りエンシレージの品質のあまり良好な場合でないが，上ないし中層の方が，下層に比較してやや品質がよく，中央部と周縁部との比較では，周縁部の方が少しく品質がよいようである．一般成分については上・中・下層ないし中央部と周縁部との間に，はつきりした差が認められない．

しかしていま中心部と周縁部における乾物・乳酸・蛋白質・可溶無窒素物含量，pH・点数などの平均値について比較してみると Table 4 のとおりである．

この結果は，一サイロ内のサイレージ（Top spoilage を除く）を，中心部と周縁部に分つて考えた場合，その成分・品質において，必ずしも有意な差があるとはいえないことを示すものであ

Table 1. Organic Acid Contents and Quality of Silages in Middle Poritions in the Silo (Corn Silage).

No.	Position from the bottom	Dry matter	pH	Lactic acid	Acetic acid	Butyric acid	Total acid	Mark	Total N	NH_3-N	NH_3-N in % of total N	Date
	cm	%		%	%	%	%		%	mg%	%	
1	300	13.26	4.76	0.09	0.45	0.61	1.15	4	0.1400	25.8	18.4	March 2
2	270	12.99	4.40	0.31	0.65	0.11	1.07	14	0.1218	11.3	9.3	〃 12
3	210	13.18	4.61	0.11	0.82	0.18	1.03	12	0.1617	15.1	9.3	〃 22
4	180	12.62	4.56	0.23	0.95	0.09	1.27	12	0.1589	15.4	9.7	Apr. 2
5	150	14.53	4.82	0.09	0.63	0.44	1.16	4	0.1589	42.0	26.4	〃 12
6	120	13.22	4.66	0.12	0.78	0.52	1.42	4	0.1722	37.6	21.8	〃 22
7	90	15.74	4.89	0.13	0.72	0.80	1.65	2	0.1729	23.5	13.6	May 3
Mean		13.65	4.67	0.15	0.71	0.39	1.25	7.4	0.1522	24.4	15.5	
On the dry matter basis				1.10	5.20	2.86	9.15		1.1370	178.7		

Table 2. Organic acid Contents and Quality of Silages in Side Portions in the Silo (Corn Silage).

No.	Position from the bottom	Dry matter	pH	Lactic acid	Acetic acid	Butyric acid	Total acid	Mark	Total N	NH_3-N	NH_3-N in % of Total N	Date
	cm	%		%	%	%	%		%	mg%		
1′	300	11.72	7.18	0.08	0.05	0.01	0.14	22	0.1589	4.7	2.9	March 2
2′	270	14.32	4.01	1.15	0.66	0.03	1.84	30	0.1596	12.5	7.8	〃 12
3′	210	17.08	4.18	1.07	0.61	0.02	1.70	30	0.1652	14.0	8.4	〃 12
4′	180	15.95	3.71	1.76	0.32	0.00	2.08	38	0.1806	10.2	5.7	Apr. 2
5′	150	15.42	4.77	0.18	0.84	0.28	1.30	8	0.1953	22.7	11.6	〃 12
6′	120	15.94	4.54	0.13	0.74	0.46	1.33	4	0.1540	30.2	19.6	〃 22
7′	90	16.61	4.71	0.11	0.82	0.73	1.66	4	0.1722	31.5	18.3	May 3
Mean		15.29	4.72	0.64	0.58	0.22	1.44	19.4	0.1694	18.0	10.6	
On the dry matter basis				4.19	3.79	1.44	9.42		1,1079	117.7		

Table 3. Chemical Composition of Corn Silages in Seven Layers in the Silo (%).

No.	Middle						No.	Side					
	Moisture	Crude protein	Crude fat	N. F. E.	Crude fiber	Crude ash		Moisture	Crude protein	Crude fat	N. F. E	Crude fiber	Crude ash
1	86.74	0.81	0.37	5.36	5.02	1.70	1′	88.28	0.89	0.21	4.47	4.73	1.42
2	87.01	0.89	0.36	5.80	4.51	1.43	2′	85.68	0.96	0.30	6.16	5.37	1.53
3	86.82	0.91	0.32	5.48	5.15	1.32	3′	82.92	1.21	0.58	7.88	5.82	1.59
4	87.38	0.85	0.32	5.19	5.03	1.23	4′	84.05	1.02	0.38	7.75	5.41	1.39
5	85.47	0.85	0.43	6.43	5.17	1.65	5′	84.58	1.06	0.31	6.36	6.07	1.62
6	86.78	0.91	0.33	5.69	4.86	1.43	6′	84.06	1.08	0.37	6.68	6.03	1.78
7	84.26	1.20	0.34	6.23	6.22	1.75	7′	83.39	1.18	0.43	6.73	6.64	1.63

Mean	86.35	0.92	0.35	5.74	5.14	1.50	84.71	1.06	0.37	6.58	5.72	1.57
On the dry matter basis		6.74	2.56	42.05	37.66	10.99		6.93	2.42	42.98	37.41	10.26

Table 4. Significance of Difference of the Mean Values in Two Portions.

	Portion	Mean	Standard deviation	m, n	Difference	$\|t\|$	p
pH	Middle	4.72	0.16	7	0.05	0.104	$p>0.05$
	Side	4.67	1.17	7			
Dry matter	Middle	13.65	2.66	7	1.61	0.655	$p>0.05$
	Side	15.29	1.81	7			
Lactic acid	Middle	1.10	0.70	7	3.09	1.747	$p>0.05$
	Side	4.19	4.35	7			
Mark	Middle	7.4	4.74	7	12.0	2.088	$p>0.05$
	Side	19.4	14.41	7			
Crude protein	Middle	6.74	0.61	7	0.12	0.648	$p>0.05$
	Side	6.93	0.38	7			
N. F. E.	Middle	42.05	1.87	7	0.93	0.558	$p>0.05$
	Side	42.98	3.63	7			

る．

B. **実験2**（1958～1959年）．

前記と同サイロに，1958年8月5日青刈トウモロコシおよび青刈ダイズ混合の材料をエンシレージカッターで 2 *cm* 程度に細切して，3.5 m（11.5尺）つめこんだ．青刈トウモロコシは乳熟期を過ぎたもので，青刈ダイズは刈り取り後多少乾燥され，水分66.0%であつた．

被覆はビニールカバーをもつてし，さらにむしろを被い，その上に1トン程度の重石をのせた．1958，12，17開いたが，それまでの沈下は 75 *cm* で，そのでき上り容積は78%であつた．廃棄

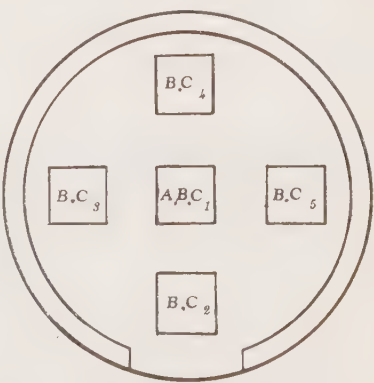
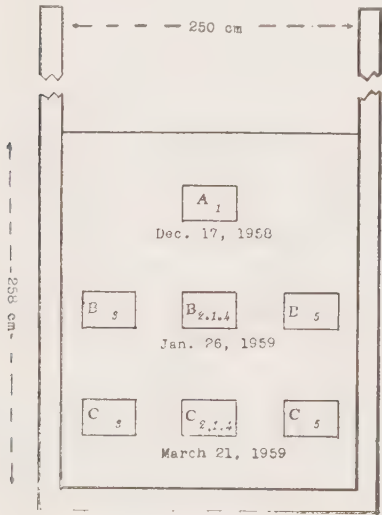



Figure 2. Sampling in the tower silo
A. Top layer
B. Middle layer
C. Bottom layer

量は 172 *kg* で，でき上つたエンシレージは一般に良好に思われた．

試料は Fig. 2 のように，上層中央1点，中層5点，底層5点を，それぞれエンシレージを利用してその層があらわれてきたときに採取して分析用に供した．その結果は Table 5 及び 6 のとおりである．

Table 5. Quality of Silages in Three Layers in the Silo

(A Mixture of Corn and Green Soybeans).

Layer		pH	Dry matter	Lactic acid	Acetic acid	Butyric acid	Total acid	Total N	NH_3-N	NH_3-N in % of Total N	Mark	Class
			%	%	%	%	%	%	mg%	%		
Top	A_1	3.71	21.0	1.98	0.38	0	2.36	0.2113	10.0	4.7	38	Excellent
	B_1	3.60	23.0	2.81	0.50	0	3.31	0.3064	19.4	6.3	38	〃
	B_2	3.75	20.0	2.13	0.27	0	2.40	0.4411	50.5	11.4	40	〃
Middle	B_3	3.70	24.0	1.90	0.24	0	2.14	0.3269	16.4	5.0	40	〃
	B_4	3.67	23.0	1.98	0.24	0	2.22	0.3335	14.7	4.4	40	〃
	B_5	3.58	22.0	1.75	0.22	0	1.97	0.2589	12.0	4.6	40	〃
	Mean	3.66	22.4	2.11	0.29	0	2.41	0.3333	22.6	6.3	39.6	〃
	C_1	3.85	24.0	2.31	0.45	0	2.76	0.2861	10.3	3.6	38	〃
	C_2	3.70	26.0	1.83	0.27	0.01	2.11	0.2296	10.0	4.3	38	〃
Bottom	C_3	3.70	27.0	2.06	0.35	0	2.41	0.2395	9.6	4.0	38	〃
	C_4	3.69	23.0	2.22	0.36	0	2.58	0.2402	8.3	3.5	40	〃
	C_5	3.73	21.0	2.29	0.36	0	2.67	0.2105	5.5	2.6	40	〃
	Mean	3.73	24.2	2.14	0.36	0	2.50	0.2412	8.7	3.6	38.8	〃

Table 6. Chemical Composition of Silages in three Layers in the Silo

(A Mixture of Corn and Soybeans).

Layer		Moisture	Crude protein	Crude fat	N. F. E.	Crude fiber	Crude ash	True protein
		%	%	%	%	%	%	%
Top	A_1	81.5	1.48	0.35	8.69	5.95	1.95	0.66
	B_1	81.56	1.67	0.53	8.34	4.91	2.99	0.52
	B_2	80.64	1.88	0.31	9.35	5.96	1.86	1.64
Middle	B_3	81.64	1.47	0.48	9.44	5.81	1.16	
	B_4	82.37	1.48	0.40	8.45	5.49	1.81	1.21
	B_5	81.57	1.25	0.45	8.93	5.78	1.86	
	Mean	81.59	1.55	0.43	8.90	5.59	1.94	
	C_1	80.51	1.78	1.01	9.25	5.27	2.18	0.85
	C_2	81.94	1.21	1.07	8.31	5.68	1.79	
Bottom	C_3	81.66	1.37	1.71	7.77	5.70	1.79	0.86
	C_4	81.20	1.48	0.70	8.92	5.78	1.92	1.11
	C_5	80.44	1.45	1.89	8.26	5.98	2.02	1.15
	Mean	81.14	1.46	1.28	8.50	5.68	1.94	

この結果は，でき上りエンシレージの品質の良好な場合である．品質においても，一般成分においても，各層・各部とも差が少ない．ただ粗脂肪の含量が，中層に比較して底層が高い結果を

示している．

いま中層部と底層部の平均値の比較をすると Table 7 のとおりである．

Table 7. Difference of Silages between the Middle and the Bottom Layers.

	Layer	Mean	Standard deviation	m, n	Difference	$\|t\|$	p
pH	Middle	3.66	0.07	5	0.07	1.630	$p>0.05$
	Bottom	3.73	0.07	5			
Lactic acid	Middle	9.42	1.86	5	0.58	0.469	$p>0.05$
	Bottom	8.84	1.63	5			
Dry matter	Middle	18.41	0.61	5	0.45	1.009	$p>0.05$
	Bottom	18.86	0.65	5			
Crude protein	Middle	8.42	0.95	5	0.68	1.100	$p>0.05$
	Bottom	7.74	0.79	5			
N. F. E.	Middle	48.34	2.21	5	3.27	1.899	$p>0.5$
	Bottom	45.07	2.64	5			
Ether extract	Middle	2.34	0.48	5	4.44	3.171	$p<0.02$
	Bottom	6.78	2.63	5			

この結果は，サイロ内でき上りエンシレージの中層と底層とにおける試料を比較するときは，品質および成分の間に有意な差がないことを示している．ただしエーテル浸出物においては底層が有意的に含量が高いことを示している．しかして前実験との比較から一般に考察して，エンシレージのできの極めてよいときは，品質の劣るときに比較して，差の少ないことが認められる．

Figure 3. The position of bag samples in the silo.
①～⑤ No. of bag sample

C.　実験3（1957～1958年）．

ビニールをもつて直径 30 cm，深さ 60 cm の袋を円筒状に5コつくつた．接着部をミシンがけとして汁液の滲出を可能にした．この中に1957年7月23日細切（2～4 *cm*）青刈トウモロコシ（乳熟期）を 2 *kg* ずつ入れてよく圧縮，封じて縄でしばつた．同日前記サイロに青刈トウモロコシが埋蔵されたので，これらの袋試料を所定の高さまでつめこまれたときに1コずつ埋没した．

これを Table 8 に示した日に（すなわちサイロ内エンシレージが使用され，当該袋試料がちようどでてきたとき），これをとりだして調査分析用に供した．

実験結果．材料の成分を示せば，Table 8 のとおりである．とり出した月日・粗収量などを示せば Table 9 のとおりで，成分・品質などの分析結果は Table 10, 11 のとおりである．また養分の損失量は Table 12 のとおりである．

この結果をみると，もつとも下部に埋められた1号試料の品質は可で，他は何れも劣等で，一般にでき上り品質は悪かつた．すなわち2～5の試料は，乳酸が少なくて酪酸が多かつた．一般成分についても多少の差はあるが，目立つ特徴は見出されない．埋蔵中の乾物・有機物の損失は25

Table 8. Chemical Composition of Corn (Material).

Moisture	Crude protein	Crude fat	N. F. E.	Crude fiber	Crude ash	True protein
86.63	0.93	0.16	5.79	5.09	1.37	0.42

Table 9. The Position of Bag Samples in the Silo and Yield of Silage (Corn Silage).

No. of bag sample	At the time of ensiling (From the bottom)		At the time of sampling (From the bottom)		Yield		Date of sampling
					Weight	%	
	cm	*shaku*	*cm*	*shaku*	g		
5	545	(18)	439	(14.5)	1,785	89.3	Dec. 24, '57
4	485	(16)	379	(12.5)	1,705	85.3	Jan. 8, '58
3	424	(14)	318	(10.5)	1,560	78.0	〃 30, '58
2	364	(12)	258	(8.5)	1,541	77.1	Feb. 19, '58
1	303	(10)	227	(7.5)	1,453	72.1	〃 28, '58

Table 10. Organic Acid Contents and Quality of Each Sample.

No. of bag sample	pH	Dry matter	Lactic acid	Acetic acid	Butyric acid	Total acid	Total N	HH_3-N	NH_3-N in % of Tatal N	Mark	Class
		%	%	%	%	%	%	mg%	%		
5	4.78	11.4	0.18	0.52	0.76	1.46	0.1818	45.5	26	4	Inferior
4	4.78	12.2	0.13	0.91	0.63	1.67	0.1603	53.6	33	2	〃
3	4.96	12.8	0.00	0.55	0.75	1.30	0.1887	36.7	19	2	〃
2	4.60	13.3	0.13	0.95	0.54	1.62	0.1943	51.2	27	4	〃
1	4.30	10.5	0.70	0.81	—	1.51	0.1413	29.9	21	24	Satisfactory
Mean	4.68	12.0	0.23	0.75	0.54	1.52	0.1731	43.8	25	7	

Table 11. Chemical Composition of Corn Silages (%).

No. of Sample	Moisture	Crude protein	Crude fat	N. F. E.	Crude fiber	Crude ash	True protein
5	88.58	0.50	0.19	4.98	4.41	1.34	0.26
4	87.75	0.64	0.21	5.42	4.65	1.33	0.41
3	87.16	0.59	0.34	5.57	4.95	1.39	0.44
2	86.85	0.65	0.71	5.43	4.99	1.37	0.52
1	89.49	0.52	0.43	4.58	3.98	1.00	0.30
Mean	87.96	0.58	0.38	5.20	4.59	1.29	0.39

Table 12. Losses of Nutrients (%).

Constituent \ No. of sample	5	4	3	2	1
Dry matter	24	22	25	23	43
Organic matter	25	22	26	23	42

%前後で，もつとも下部に埋められた袋の試料の損失が比較的多かつた．袋内試料の重量が比較的多く減少したのは，圧搾されて滲出液が袋外にでて，流入が行われなかつたことにも一因があると推察される．前期品質の相違点と関連して，原因についてはなお研究を要すると思われる．

以上第1，2，3の実験において，サイロ内にでき上つたエンシレージは，その層別（上，中，下など），中心•周縁部などの試料について比較したとき，そのときのでき•ふでき，あるいはその他の条件(たとえば埋蔵材料もたぶんに不均一な可能性が常に考えられる)によつても，品質または成分の上に差があるようであるが，その差は必ずしも常に有意であるとはいえないようである．この結果はさきに種々のサイロの試料について調査して得た結果と一致するものである[1]．

II. 各種エンシレージの成分と品質

材料はセキシヨウモ•ケール•アルファルファ•ミカン皮（ハッサクおよびウンシュウ）•ビートトップ•ハッカ蒸溜粕などで，これらは何れも Wagner 氏ポットに埋蔵され常法によつて調製された．

それらの経過および品質•一般成分などを示せば，Table 13〜15 のとおりで，埋蔵間の成分の損失は Table 16 のとおりである．Table 15 には材料およびエンシレージの風乾試料について行つた人工消化率の結果を示した．

この結果では，セキショウモによつては，品質のよい製品が得られなかつた．その理由の一は材料の粗灰分含量の高いことに関係しているのではないかと推察される．この点についてはなお研究を要する．しかしその他は一般に品質がよかつた．なかんずくミカン皮エンシレージは，ハッサク•ウンシュウの皮の何れもが pH 価が低く，芳香を有し，家畜の嗜好に適した．特に乳牛，ニワトリなどが嗜食した．したがつてこれら加工場から，多量の皮が生産される場合には，エンシレージにして貯蔵して利用することが，有望なものと推察しうる．特にハッサク皮エンシレージは，pH が 3.1〜3.3 という極めて低い pH を生じたので，これをグラス類に混じてつめこむことも意義あることと考えられる．

ケールおよびビートトップは，材料の水分含量が多かつたが，おもしを大にして，漏汁を排除したので，品質良好な製品が得られた．しかし漏汁による養分の損失は比較的多かつた．

Table 13. Duration of Storage and Yield of Silages.

No.	Silage	Duration of storage		Yield		Spoilage	Note
				Weight	Volume		
			days	%	%	%	
308	Sekishômo (*Vallisneria spiralis L. var. asiatica* Makino)	19/11, '57 to 5/5, '58	168	39	50	0	
309	Ditto	20/11, '57 to 15/5, '58	177	96	77	36	Wilting
582	Cale	7/3, '59 to 8/5, '59	63	56	33	0	
583	Alfalfa	22/3, '58 to 10/3, '59	293	77	65	37	
585	Peel of Hassaku 1)	24/3, '59 to 7/7, '59	108	93	82	0	
593	Peel of Unshiu 2)	4/4, '59 to 16/7, '59	105	83	70	0	
643	Beet tops	30/3, '59 to 20/7, '59	52	29	31	0	
661	Mint feed 3)	8/1, '59 to 6/7, '59	180	68	68	0	

1) Hassaku : A variety of citrus.

2) Unshiu : A variety of citrus, *Citrus Unshiu* Makino.

3) The residual of distillation of mint for obtaining menthol and mint oil.

Table 14. Quality of Various Silages.

No.	Silage	Layer	pH	Dry matter	Lactic acid	Acetic acid	Butyric acid	Total acid	Total N	Ammonia N	NH_3—N in % of Total N	Mark
308	Sekishômo	Upper	5.80	8.0	0.07	0.68	0.31	1.06	0.4908	75.9	19.4	4
		Lower	5.75	15.0	0.06	0.67	0.31	1.04	0.5132	69.6	13.6	4
309	〃	Upper	6.85	33.0	0.18	1.02	0.21	1.42	0.8724	128.6	14.7	
		Lower	5.47	39.5	0.44	1.12	0.00	1.56	0.9995	98.5	9.9	
582	Cale		3.66	22.0	1.56	0.40	—	1.96	0.4160	13.8	3.3	38
583	Alfalfa		4.36	25.7	1.09	0.44	0.42	1.95	0.5898	72.4	12.4	18
585	Peel of Hassaku	Upper	3.14	29.5	3.32	0.53	—	3.85	0.3346	11.9	3.5	40
		Middle	3.22	29.8	4.24	0.45	—	4.69	0.3304	8.5	2.6	40
		Lower	3.33	28.0	4.40	0.46	—	4.86	0.3164	10.5	3.3	40
593	Peel of Unshiu	Upper	3.64	29.0	3.86	0.52	—	4.38	0.3356	9.0	2.7	40
		Lower	3.82	28.2	4.50	0.48	—	4.98	0.3066	8.4	2.7	40
643	Beet tops		3.75	20.4	1.66	0.43	—	2.09	0.3759	28.0	7.5	38
661	Mint feed	Upper	4.78	27.8	0.27	0.38	0.49	1.14	0.6062	4.6	0.7	8
		Middle	4.67	28.0	0.77	0.31	0.15	1.23	0.5880	4.9	0.8	22
		Lower	4.42	27.0	1.00	0.35	—	1.35	0.6454	4.1	0.6	35

Table 15. Chemical Composition of Various Silages and Their Materials.

Feed		Moisture	Crude protein	Crude fat	N. F. E.	Crude fiber	Crude ash	True protein	Artificial digestibility of crude protein
Sekishômo	Fresh	91.75	1.31	0.04	3.37	0.86	2.67	1.07	25.3
	Silage	83.78	2.44	0.16	6.65	1.68	5.29	1.98	29.1
〃	Fresh	61.18	6.16	0.19	15.86	4.05	12.56	5.04	
	Silage	68.22	4.36	0.12	12.85	2.97	11.48	1.85	
Cale	Fresh	87.15	2.24	0.36	7.53	1.30	1.39	1.45	80.2
	Silage	84.32	2.57	1.05	8.56	2.00	1.50	1.00	77.7
Alfalfa	Fresh	77.13	3.22	0.59	10.64	6.15	2.27	2.69	67.3
	Silage	79.03	3.04	1.06	7.74	6.77	2.36	1.17	77.0
Peel of Hassaku	Fresh	73.31	1.86	0.70	18.98	4.15	1.00	1.02	78.4
	Silage	75.67	1.95	0.46	16.72	4.25	1.95	0.91	77.5
Peel of Unshiu	Fresh	77.75	1.74	0.47	15.77	3.03	0.99	0.88	80.3
	Silage	76.65	2.03	0.45	16.46	3.53	0.89	0.97	77.7
Beet tops	Fresh	92.52	1.45	0.19	3.55	0.85	1.44	0.90	50.8
	Silage	85.25	2.23	0.79	6.96	2.61	2.13	1.19	62.0
Mint feed	Fresh	78.74	2.75	1.02	11.01	4.18	2.30	2.67	11.7
	Silage	75.39	3.63	1.35	12.12	5.50	2.01	3.54	13.2

Table 16. Nutrient Losses during the Storge (%).

No.	Type of silage	Dry matter	Organic matter	Crude protein	Crude fat	N. F. E.	Crude fiber	Crude ash	True protein
308	Sekishômo	22	23	27	−58	22	23	22	27
381	Cale	31	30	36	−63	36	14	40	61
583	Alfalfa	30	31	28	−38	44	16	20	67
585	Peel of Hassaku	15	13	3	39	18	5	12	16
593	Peel of Unshiu	13	12	3	21	13	5	26	9
643	Beet tops	43	38	55	−20	43	11	57	62
661	Mint feed	22	20	11	11	26	11	41	11

ハッカの蒸溜粕は，一般には直ちに家畜に給与するか，これを乾燥して乾草代用につかつているが，一時に多量にできる場合は，エンシレージにつめこむのも一方法である．

W[illegible] 氏法による粗蛋白質の消化率をみた結果は，セキショウモ・ハッカ蒸溜粕の消化率は低かつたが，ケール・ミカン皮・アルファルファなどはかなり高い価が示された．材料とエンシレージの消化率の比較では，余り差がないことが知られた．ただビートトップでは，エンシレージの方が幾分高い価を示すことが認められた．

なおケールおよびビートトップ区に生じた漏汁の成分を分析した結果およびそれによる損失を計算した結果は Table 17 のとおりである．

Table 17. Chemical Composition of Oozed Juice and Nutrient Losses in Oozed Juice.

	pH	Density	Quantity		Dry matter	Organic matter	Total N	Crude protein	Crude ash
		g/cm³	g		%	%	%	%	%
Cale	4.39	1.024	(909)	Composition	5.701	4.119	0.2141	1.338	1.582
				Loss	(4.49)	(3.64)	(6.03)	(6.03)	(11.49)
Beet tops	(7.39)	1.012	1,861	Composition	3.053	2.129	0.1257	0.786	0.927
				Loss	19.01	16.40	25.21	25.21	29.95

ケールの漏汁は完全に採集ができなかつたので（　）を附し参考にとどめた．ビートトップの漏汁の pH は，漏汁が貯蔵中多少変質したと思われるので（　）を附した．

ビートトップエンシレージにおいては，漏汁による乾物の損失が，約20%に及んだ．この量は KAPELLE 氏[5]の式によつて計算された損失量よりもやや小さい数である．粗蛋白質の損失についても同様である．

次にケール・アルファルファ・ビートトップエンシレージについて行つた粗蛋白質の人工消化率を，WATSON 氏[6]，DIJKSTRA 氏[7]，BARNETT 氏ら[8] の示している計算式によつて得た数値と比較してみると Table 18 のとおりである．

これによるとペプシンによる消化率はケール・アルファルファエンシレージではいずれも計算値より高いが，ビートトップエンシレージにおいては低かつた．三氏の計算値の比較では WATSON 氏と DIJKSTRA 氏の結果は近似し，BARNETT 氏らの計算式によるとやや高い．しかして BARNETT 氏らが[illegible]によつて実測した結果と，これらの式によつて計算した数値とは，かなりよく一致していることに鑑み，本実験におけるエンシレージの粗蛋白質の消化率も，実測された場合には Table 18 の計算値に近いものと考えられる．

Table 18. The Calculation of the Digestibility of the Protein in Silage.

No.	Silage	pH	Crude protein	Np/Nd	Protein digestibility (WATSON)	(DIJKSTRA)	(BARNETT *et al.*)
			%				
389	Cale	3.66	16.36	78	67	68	72
581	Alfalfa	4.36	14.50	77	65	64	66
643	Beet tops	3.75	15.25	62	66	68	71

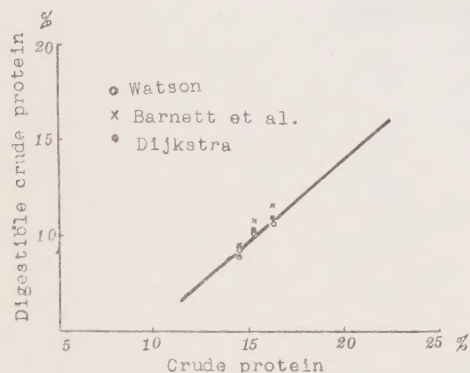



Figure 4. The comparison of the results of the calculation of the digestibility of silage protein by three different methods.

なお三氏らによる計算値による可消化粗蛋白質と，粗蛋白質との関係を図示すれば，Fig. 4 のとおりである．

この結果は BARNETT 氏が示しているところとほとんど一致するものである[8]．

III. 総　　括．

(1) 地上式塔型サイロに青刈トウモロコシまたは青刈トウモロコシ・青刈ダイズの混合をつめこんで，そのでき上つたエンシレージを上・中・下層，中心部・周縁部などに分つて，その試料の品質・成分について調査した．

その結果，でき上つたエンシレージの品質が余りよくないときは，部分により多少の差異があつたが，その差は必ずしも有意であるとはいえなかつた．

でき上りのよいときは特に品質上の差が少なかつた．

Bag Sample 法による実験においても同様なことが推察された．

(2) セキショウモ・ケール・アルファルファ・ミカン皮（ハッサクおよびウンシュウ）・ビートトップ・ハッカ蒸溜粕などを材料にして，Small Scale にエンシレージを調製し，その品質・成分を調査した．

その結果はケール・ミカン皮・ビートトップなどによつて良質の製品が得られたが，セキショウモでは良質のものが得られなかつた．

ミカン皮では特に pH が低く，芳香をもち，家畜の嗜好性の高いエンシレージの得られることが知られた．

(3) WEDEMEYER 氏法による消化率の測定結果は，セキショウモ・ハッカ蒸溜粕の消化率が低く，ケール・アルファルファ・ミカン皮などは高いことが認められた．

(4) WATSON, DIJKSTRA, BARNETT 氏らの提唱する式による粗蛋白質の消化率の計算値が比較された．

本報は昭和34年10月1日の日本畜産学会関西支部会（篠山）の席上で発表したものの一部である。試料採取に厚意を寄せられた本学部農場畜産係奥島史郎氏に感謝の意をあらわす．

文 献

1) SUTOH. H. : Sci. Rep. Fac. Agric. Okayama Univ., **13**, 75—84 (1959).

2) 〃 : Sci. Bull., Fac. Agric., Kyushu Univ., **13**, 185—189 (1951).

3) 〃 : Bull. Research Inst., Fac. Educ. Univ. Kagoshima, Japan, **5**, 152—158 (1953).

4) 〃 : Ibid., **7**, 177—184 (1955).

5) KAPELLE, D. : Maanbl. Landb. voorl. Dienst., **9**, 146 (1952).
BARNETT, A. J. G. : Silage Fermentation, cit.

6) WATSON, S. J. : Science and Practice of Conservation : Grass and Forage Crops, 508 (1939).

7) DIJKSTRA, N. D. : Versl. Landbouwk Onderzoek., **55**, 10 (1949).

8) BARNETT, A. J. G. : Silage Fermentation, 192 (1954).

9) BARNETT, A. J. G. *et al.* : Nature, **167**, 997 (1951).